

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
WARSZAWA-MIEDZESZYN

**PROBLEMY**

**ŁĄCZNOŚCI**

**138**

**1975**



MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

---

# PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

ROK 15

WARSZAWA 1975

NR 138

---

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Branżowy Ośrodek  
Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

## **Redakcja Problemów Łączności**

---

**Redaktor Naczelny - mgr inż. Jerzy Rutkowski**

**Redaktorzy działów:**

**mgr inż. Władysław Cetner, doc. mgr inż. Adam Moniuszko**

**mgr inż. Józef Możejko**

**Adres Redakcji:**

**Instytut Łączności**

**Branżowy Ośrodek**

**Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej**

**Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1**

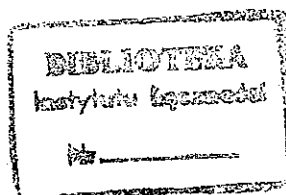
**NA PRAWACH RĘKOPISU- DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO**

**Redaktor: J. Borkowska**

**Montaż tekstu: B. Drabik**

---

**Dział Wydawniczy Instytutu Łączności  
Format B5. Nakład 674. Wpłynęło do  
Działu Wydawniczego 26.06.1975 r.  
Druk ukończono w sierpniu 1975 r.**



## PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

Andrzej Stankiewicz, Jerzy Szczepański

### METODY I APARATURA DO NADZORU I POMIARÓW RUCHU TELEFONICZNEGO

#### SPIS TREŚCI

	Str.
1. Omówienie ogólne	1
2. Metody nadzoru ruchu telefonicznego	6
2.1. Badania o charakterze diagnostycznym	6
2.2. Metoda statystycznego nadzoru jakości w automa- tycznych sieciach telefonicznych	9
3. Aparatura do generowania i nadzoru ruchu sztucznego	24
3.1. Pierwsze urządzenia do generowania sztucznego ruchu	24
3.2. Nowoczesne systemy statystycznego nadzoru jakości w automatycznych sieciach telefonicznych	30
4. Aparatura do nadzoru ruchu rzeczywistego	56
4.1. Omówienie ogólne	56
4.2. Stanowiska do nadzoru ruchu	57
4.3. Automaty do nadzoru ruchu rzeczywistego	58
5. Metody i aparatura do pomiarów ruchu telefonicznego	66
5.1. Charakterystyka aktualnych potrzeb w dziedzinie pomiarów ruchu telefonicznego	66

	Str.
5.2. Klasyfikacja wielkości charakteryzujących ruch telefoniczny poddawanych bezpośredniej obserwacji i tworzenie wielkości pochodnych	72
5.3. Przegląd urządzeń pomiarowych stosowanych za granicą	76
5.4. Kierunki prowadzonych w kraju prac w dziedzinie metod i urządzeń do pomiarów ruchu telekomunikacyjnego	84
Wykaz literatury	103

Andrzej Stankiewicz

Jerzy Szczepański

621.395.31

## METODY I APARATURA DO NADZORU I POMIARÓW RUCHU TELEFONICZNEGO

### 1. OMÓWIENIE OGÓLNE

Konieczność nadzorowania ruchu telefonicznego oraz wykonywania pomiarów jego parametrów wynika z oczywistej potrzeby kontrolowania jakości usług telefonicznych świadczonych abonentom. Toteż - aczkolwiek związane z tym metody i aparatura pomiarowa, jak również sposób wykorzystania wyników zmieniły się z upływem czasu w sposób istotny - nadzór i pomiary ruchu telefonicznego były wykonywane tak dawno, jak istnieje publiczna łączność telefoniczna.

W ręcznych centralach telefonicznych, zwłaszcza w ręcznych centralach miejscowych, dziś już całkowicie zastąpionych centralami automatycznymi, problem nadzoru jakości usług był prosty. Już sama telefonistka, dokonując czynności łączenia abonentów, była w stanie ocenić, czy nie muszą oni oczekiwać zbyt długo na żądane połączenie oraz czy jakość transmisji jest zadowalająca. Takie subiektywne oceny jakości, dokonywane na gorąco przez poszczególne telefonistki, nie stanowiły może - w świetle dzisiejszych wymagań - pełnowartościowego materiału informacyjnego, na którym można by obecnie oprzeć decyzje dotyczące rozbudowy lub remontu urządzeń technicznych. Jednak, pomijając niewielką

dokładność wyników opartych na tamtych prymitywnych metodach obserwacji, trzeba zauważyć, iż w gruncie rzeczy chodziło o to co dziś:

- czy istnieje wystarczająco duża liczba dróg połączeniowych, aby zaspokoić zapotrzebowanie abonentów oraz
- czy jakość techniczna poszczególnych odcinków tych dróg jest wystarczająco wysoka, aby zapewnić należytą zrozumiałość rozmowy.

Troska o te dwie sprawy leżała i leży u podstaw wszelkich poczynąń związanych z nadzorem i pomiarami ruchu telefonicznego - niezależnie od tego, czy źródłem informacji jest staroświecka telefonistka czy nowoczesny, komputerowy system nadzoru jakości usług telefonicznych.

Podział problemu jakości usług telefonicznych na zagadnienia jakości technicznej sprzętu oraz zagadnienia ilości wyposażenia jest - z punktu widzenia abonenta - podziałem cokolwiek sztucznym. Czy nie może on uzyskać połączenia dlatego, iż brak jest wolnych dróg połączeniowych, czy też wskutek istnienia usterek technicznych - jest mu to w zasadzie obojętne. Tym bardziej, że zakłócenia obu kategorii nie pozostają bez wpływu na siebie nawzajem.

Jednak wprowadzenie takiego podziału jest wygodne ze względu na pewną odmiennność metod i urządzeń technicznych stosowanych do zbierania informacji dotyczących ilości wyposażenia oraz jego jakości technicznej.

Dla ścisłości trzeba tu dodać, iż wymienione wyżej zagadnienia nie wyczerpują listy czynników, jakie mają wpływ na prawi-



dłowy przebieg zestawiania, trwania i rozłączania połączeń telefonicznych - a więc na jakość usług telefonicznych. W ruchu automatycznym dochodzą jeszcze problemy związane z prawidłowym technicznie posługiwaniem się przez abonenta urządzeniami, do których ma on dostęp za pośrednictwem swego aparatu. Ten tzw. czynnik ludzki też odgrywa niemałą rolę, chociaż nie można go zaliczyć bezpośrednio do żadnej z dwóch poprzednio wymienionych grup zagadnień. Wyodrębnienie go i ujęcie ilościowe jego wpływu na ogólną jakość usług jest sprawą dość istotną, lecz jednocześnie kosztowną, ponieważ wymaga dokładnego śledzenia przebiegu zestawiania połączeń generowanych przez abonenta i ustalania źródła zakłócenia /jaki błąd popełnił abonent lub jakie zakłócenie powstało w centrali telefonicznej/ na podstawie analizy sekwencji sygnałów elektrycznych - akustycznych i stałoprądowych - pojawiających się na przewodach rozmównych i ewentualnie na przewodzie próbnym obserwowanego odcinka drogi połączeniowej. Duża różnorodność konfiguracji tych sygnałów, niekiedy bardzo zniekształconych, powoduje, że wyciągnięcie właściwego wniosku jest częstokroć bardzo trudne lub nawet niemożliwe. Zarówno, gdy obserwacja jest dokonywana przez człowieka, jak też, gdy realizuje ją automat.

Jakkolwiek by jednak nie był kosztowny - nadzór ruchu rzeczywistego jest niezbędnym elementem całości pomiarów i nadzoru ruchu telefonicznego. Zagadnienie to zostanie opisane bardziej szczegółowo w rozdz. 4.

Inną, nieco prostszą w realizacji metodą badania jakości usług świadczonych abonentom telefonicznym jest generowanie tzw. ruchu sztucznego i jego obserwacja. Połączenia telefoniczne two-

rzące ten ruch mogą być generowane ręcznie pomiędzy zwykłymi aparatami telefonicznymi przez odpowiednio przeszkolonych pracowników. Mogą one też być generowane i nadzorowane przez automaty badaniowe zastępujące abonentów A i B, przyłączone do specjalnie wybranych numerów w centrali. Automaty te noszą nazwę próbników dróg połączeniowych.

Badania przeprowadzone za pomocą próbników dróg połączeniowych lub przez wyszkolony personel CA z natury rzeczy nie uwzględniają wspomnianego poprzednio czynnika ludzkiego. Pozwalają one jednak w stosunkowo prosty technicznie sposób uzyskać względnie szybko wiarygodne informacje dotyczące poziomu sprawności technicznej sieci telefonicznej, a także pewne orientacyjne cenne wskaźniki dotyczące występowania strat wskutek braku wolnych dróg połączeniowych.

Zakłócenia występujące w trakcie realizacji próbnych połączeń mogą być znacznie łatwiej i bardziej precyzyjnie określone, sklasyfikowane oraz przyporządkowane poszczególnym fazom przebiegu połączenia i odcinkom dróg połączeniowych, aniżeli jest to możliwe w przypadku obserwacji połączeń rzeczywistych.

Generowanie próbnych połączeń pozwala na uzyskanie w wielu płaszczyznach sieci wystarczająco dokładnych wyników obrazujących aktualny poziom jakości usług oraz na wyciąganie daleko idących wniosków dotyczących przedsięwzięć techniczno-organizacyjnych w obrębie istniejącego systemu utrzymania sieci telefonicznej.

Trzecią podstawową grupę obserwacji ruchu telefonicznego stanowią pomiary takich parametrów tego ruchu, które pozwalają na:

- a/ ujęcie ilościowe strumieni ruchu telefonicznego przepływających przez poszczególne odcinki dróg połączeniowych,
- b/ ustalenie liczby zdarzeń ruchowych charakteryzujących dopasowanie ilości wyposażenia technicznego i łączy do wartości natężenia ruchu telefonicznego oferowanego przez abonentów oraz pozwalających na pośrednie wnioskowanie o całokształcie jakości usług świadczonych abonentom.

Pomiary tego rodzaju, zwane powszechnie pomiarami ruchu, niegdyś traktowane cokolwiek marginesowo, nabrały w ostatnim dziesięcioleciu znaczenia pomiarów podstawowych, co jest zrozumiałe wobec dynamicznego rozwoju automatycznej łączności międzymiastowej i międzynarodowej, przypadającego na ten okres czasu.

Obserwacje i pomiary powyżej naszkicowane są wykonywane, jak wspomniano, po to, aby móc ocenić jakość usług świadczonych abonentom oraz właściwie kierować działalnością związaną z eksploatacją urządzeń istniejących, usuwaniem uszkodzeń, remontami, zmianami ugrupowań łączeniowych oraz budową nowych obiektów.

Trzeba wspomnieć, że oprócz tego prowadzi się także obserwacje mające na celu kontrolę i analizę przebiegu zaliczania połączeń telefonicznych. Badania takie są wykonywane zwykle na życzenie abonenta, który zgłasza zastrzeżenia co do wysokości rachunków telefonicznych.

## 2. METODY NADZORU RUCHU TELEFONICZNEGO

### 2.1. Badania o charakterze diagnostycznym

Pojęcie badań diagnostycznych, to znaczy badań nastawionych na wykrycie, zlokalizowanie i usunięcie ewentualnych usterek technicznych, kojarzy się na ogół z systematycznym kolejnym sprawdzaniem zespołów połączeniowych i łączy telefonicznych. Związek ten utrwała się zresztą coraz mocniej, w miarę jak nowoczesne systemy telefoniczne, odznaczające się dużą niezawodnością działania, pozwalają na oparcie metod ich utrzymania na statystycznym nadzorze jakości. Badania o charakterze statystycznym i badania diagnostyczne oddziela się tu od siebie wyraźnie.

Jednak utrzymanie sieci telefonicznych starych systemów, o małej lub bardzo małej niezawodności działania, a ponadto często-  
kroć bardzo przeciążonych, stwarza dość istotne ograniczenia dla stosowania systemów utrzymania, opartych na statystycznym nadzorze jakości.

Świadomość tego, że duża procentowo liczba połączeń trafia na zawód, zmusza obsługę do energicznego wyszukiwania usterek i usuwania ich możliwie jak najszybciej. Służą jej do tego różnego rodzaju urządzenia badaniowe, ręczne i automatyczne, których zadaniem jest sprawdzenie działania lub regulacji elementów określonego rodzaju zespołów połączeniowych lub łączy. Nie wszystkie jednak usterek można łatwo wykryć w ten sposób. Wiele zakłóceń powstaje w ruchu, w sytuacjach dynamicznych - gdy zestawia się rzeczywiste kompletne drogi połączeniowe z wielu poszczególnych odcinków tych dróg /zespołów połączeniowych i łączy/.

Dość dawno już powstała potrzeba badań diagnostycznych nastawionych na wykrywanie usterek, manifestujących się w takich właśnie ruchowych sytuacjach. Początkowo nadzór tego typu realizowano metodą "nasłuchu". Doświadczony konserwator przechadzał się między rzędami stojaków w centrali telefonicznej, wychytując po prostu słuchowo wiele takich dynamicznych nieprawidłowości. W pewnych przypadkach posługiwał się mikrotelefonem stacyjnym, kontrolując przez nasłuch prawidłowość realizacji zestawianych połączeń lub nawet generując sam próbne połączenia.

Rozwój automatyzacji urządzeń badaniowych spowodował, iż zadania te przejęły w znacznej mierze automatyczne generatory próbnych połączeń /automatyczne próbniki dróg połączeniowych/, uzupełnione później automatycznymi urządzeniami do obserwacji przebiegu zestawiania połączeń rzeczywistych.

Walory diagnostyczne obserwacji wykonywanych za pomocą tych urządzeń są, na pewnym etapie rozwoju sieci telefonicznej, dość znaczne. Jednak, w miarę rozwoju automatyzacji łączności międzymiastowej oraz rozrastania się obszaru sieci wewnątrzstrefowych, diagnostyka oparta na obserwacji próbnych połączeń staje się coraz bardziej utrudniona. Coraz trudniej bowiem przytrzymać i śledzić zestawioną drogę połączeniową, składającą się z wielu ogniw, częstokroć bardzo od siebie oddalonych. Na przeszkodzie stają tu rozmaite bariery techniczne - jak np. choćby to, iż niekompletne połączenia są przymusowo rozłączane po pewnym okresie zwłoki - oraz organizacyjne, wynikające ze struktury służb utrzymania nie dość dobrze dopasowanej do zmieniają-

cych się szybko potrzeb w zakresie utrzymania rozrastających się systemów telefonicznych.

Jeżeli jeszcze do tego liczba połączeń nie zakończonych rozmową z powodu usterek technicznych lub zajętości zespołów połączeniowych jest w danej sieci międzymiastowej znaczna, diagnostyka realizowana w tej sieci za pomocą automatycznych próbników dróg połączeniowych metodą "od abonenta A w mieście X do abonenta B w mieście Y" staje się nieporozumieniem, ponieważ okresy przestoju automatów badaniowych w czasie lokalizacji usterek znacznie przewyższają czas, kiedy są one w ruchu.

Wyobraźmy sobie na przykład automatyczną międzymiastową sieć telefoniczną, w której na 100 połączeń 50 kończy się zawodem. Z tego 30 wskutek zajętości kierunku, zaś 20 wskutek usterek technicznej. Zakładając optymistycznie, iż czas lokalizacji usterek w połączeniu realizowanym w tej sieci wynosi 40 minut, utrzymujemy, iż czas potrzebny na wykonanie 100 połączeń nastawionych na diagnostykę, wyniesie około 15 godzin, a więc niecałe 7 połączeń na godzinę. W takiej sytuacji automat nie jest potrzebny, ponieważ do współpracy przy lokalizowaniu usterek i tak jest niezbędny ktoś z obsługi, a wygenerowanie kilku próbnych połączeń w ciągu godziny nie stanowi dla niego istotnego dodatkowego obciążenia.

W sieciach wewnątrzmiejscowych, gdzie sprawność użyteczna, mierzona stosunkiem liczby połączeń zakończonych rozmową do ogólnej liczby połączeń poddanych obserwacji, jest znacznie wyższa niż podana w powyższym przykładzie, skuteczność badań diagnostycznych przeprowadzanych za pomocą automatycznych próbników dróg połączeniowych jest na ogół zadowalająca, aczkolwiek

w sieciach utrzymywanych w oparciu o nadzór statystyczny narzędzie to stopniowo straci swoje dawne znaczenie.

## 2.2. Metoda statystycznego nadzoru jakości w automatycznych sieciach telefonicznych

Nowoczesna strategia utrzymania opiera się na statystycznej ocenie jakości usług świadczonych abonentom przez centrale telefoniczne, zaś podstawą tej oceny, poza reklamacjami abonentów i wskazaniami systemu alarmów, jest nadzór statystyczny rzeczywistego ruchu telefonicznego oraz generowanie i nadzorowanie próbnych połączeń.

Równoległe z działalnością konstruktorów urządzeń do generowania sztucznego ruchu rozwija się działalność zmierzająca do poprawnego stosowania tych urządzeń i efektywnego wykorzystania wyników uzyskiwanych za ich pomocą.

W drugiej połowie lat pięćdziesiątych powstają prace A. Elldina i Gunnara Linda, stanowiące podstawy zastosowania metod statystyki matematycznej dla celów optymalizacji strategii utrzymania central telefonicznych.

W latach sześćdziesiątych prace te były kontynuowane m.in. również w Polsce, prowadząc do uzyskania ciekawych wyników mających praktyczne znaczenie dla służb utrzymania.

Z pojęciem nadzoru statystycznego w odniesieniu do ruchu rzeczywistego wiąże się pobieranie próbek tego ruchu, w postaci obserwacji przebiegu pewnej liczby rzeczywistych połączeń telefonicznych - liczby znacznie mniejszej aniżeli całkowita liczba połączeń telefonicznych zestawianych w czasie obserwacji na wybranym do kontroli odcinku dróg połączeniowych.

Generując ruch sztuczny, również - choć w nieco inny sposób - pobieramy próbkę interesującej nas populacji generalnej. W tym sensie mówimy w obu przypadkach o próbnych połączeniach, których wyniki mogą i powinny stanowić wartościowy materiał statystyczny, nadający się do analizy za pomocą metod statystyki matematycznej.

Zaproponowana przez Gunnara Linda metoda statystycznego nadzoru sieci telefonicznej, wykorzystująca znany już uprzednio /i stosowany w innych dziedzinach techniki/ ilorazowy test sekwencyjny Walda, jest oparta na kilku założeniach.

Po pierwsze stwierdza się istnienie następujących, doświadczalnie sprawdzonych faktów::

- a/ błędy, występujące w sieci telefonicznej, są rozłożone nierównomiernie, co oznacza, iż jakość usług telefonicznych w poszczególnych obszarach tej sieci nie jest jednakowa,
- b/ w miarę upływu czasu pojawiają się w sieci coraz to nowe uszkodzenia, wskutek czego - w przypadku ich niedostatecznie szybkiego usuwania - ogólna liczba uszkodzeń w sieci rośnie,
- c/ nadzorowanie każdej drogi połączeniowej i niezwłoczne usuwanie ewentualnie powstałej usterki jest praktycznie niemożliwe,
- d/ uszkodzenia występujące na określonym kierunku stanowią, z punktu widzenia abonenta, pewną niedogodność. Jest ona do pominięcia, jeśli istniejące uszkodzenia powodują, iż tylko bardzo niewielki procent połączeń kończy się zawodem, lecz przy wzroście tego procentu niedogodność staje się bardzo uciążliwa.



Po drugie, biorąc pod uwagę powyższe fakty, uznaje się za celowe takie zorganizowanie nadzoru nad siecią telefoniczną, aby w możliwie krótkim czasie można było ustalić obszary, w których występuje największa liczba zakłóceń i skoncentrować w tych obszarach działalność służb utrzymania. Działalność taka będzie bardziej efektywna od działalności opartej na automatycznym wyszukiwaniu usterek kolejno we wszystkich obszarach sieci, ponieważ:

- wyszukiwanie nielicznych usterek istniejących w tych obszarach sieci, które zapewniają dobry poziom usług, jest bardzo pracochłonne i nie przynosi rezultatów w postaci wyraźnie odczuwalnej poprawy jakości usług,
- czynności personelu utrzymania skierowane na wyszukiwanie i usuwanie niezbyt licznie występujących usterek są często źródłem powstawania nowych zakłóceń w tak znacznej liczbie, iż niweczy to efekty uzyskane wskutek tej działalności.

Z przedstawionych w skrócie rozważań wynika bezpośrednio wyższość metody statystycznego nadzoru jakości działania sieci telefonicznej nad metodami opartymi na systematycznych profilaktycznych badaniach wszystkich odcinków dróg połączeniowych całej sieci. Aby jednak nadzór statystyczny mógł spełnić pokładane w nim oczekiwania, należy:

- prawidłowo określić model zjawiska, jakim jest pojawianie się zawodów w połączeniach telefonicznych, realizowanych przy użyciu pewnego "zbioru" potencjalnych dróg połączeniowych oddanego do eksploatacji abonenta,
- wybrać odpowiednią metodę statystyczną.

W systemach central telefonicznych z przypadkowym wyborem dróg połączeniowych /praktycznie biorąc - ze zmianą priorytetu wyboru/ można założyć, że prawdopodobieństwo zapotkania zawodu w trakcie realizacji połączenia telefonicznego jest stałe. Założenie to można przyjąć nawet w przypadku wyboru kolejnościowego, jeżeli w trakcie prowadzenia badań ruch jest dostatecznie duży i nie ulega znacznym wahaniom.

Zastrzeżenie dotyczące równomierności natężenia ruchu w okresie obserwacji jest zresztą aktualne również dla systemów z wyborem przypadkowym, można bowiem podejrzewać, iż prawdopodobieństwo trafienia na zawód rośnie wraz ze wzrostem natężenia ruchu telefonicznego.

Zakładając spełnienie wymienionych warunków oraz ograniczając badania do godzin największego ruchu, możemy rozpatrywać udział zawodów w realizacji połączeń na określonym kierunku jako proces stochastyczny charakteryzujący się stałą wartością oczekiwaną udziału zawodów  $\alpha_t$  w chwili  $t$  /oraz stałą wariancją tej wartości/.

Badając interesującą nas populację generalną za pomocą próbnych połączeń /generowanych przez abonenta lub przez próbnik dróg połączeniowych/ możemy przyjąć, iż każde z próbnych połączeń podlega stałemu prawdopodobieństwu trafienia na zawód, które jest równe teoretycznemu udziałowi zawodów, wynikającemu z przyjętego modelu danego zjawiska. Założenie to wymaga jednak, aby połączenia próbne stanowiły jedynie małą część ogólnej liczby połączeń tworzących badaną populację generalną oraz by odstęp czasu pomiędzy dwoma kolejnymi połączeniami próbnymi, realizowanymi w danym kierunku, nie był zbyt mały.

Niespełnienie tych warunków, na przykład kilkakrotne powtarzanie jednego po drugim połączeń próbnych w danym kierunku, jest równoznaczne z tendencyjnym pobraniem próbki, ograniczającym poważnie wiarygodność wyników badania statystycznego /zmienia się prawdopodobieństwo trafienia na zawód/.

Spełniając wymienione warunki można uznać, iż pobieranie próbki metodą obserwacji próbnych połączeń zapewnia uzyskanie wyników kształtujących się wg rozkładu Bernoulliego. Przyjmując ponadto, że częstość wadliwych połączeń nie jest duża /nie przekracza kilku procent całkowitej liczby połączeń/, można z pewnym przybliżeniem [10] zamienić rozkład Bernoulliego na rozkład Poissona, co pozwala na pewne uproszczenie modelu matematycznego.

Poza zagadnieniem powyżej naszkicowanym sprawą istotną, zarówno z punktu widzenia pracochłonności i czasu trwania badań jak również ze względu na obróbkę wyników, jest wybór metody statystycznej, wedle której odbywać się będzie testowanie interesującego nas zjawiska.

Uważa się, że metoda ta powinna zapewniać otrzymanie wyników w możliwie najkrótszym czasie oraz łatwe przedstawienie ich w sposób przejrzysty i zrozumiały dla obsługi, tak aby rozbudzać naturalne zainteresowanie personelu sprawą wykonywania badań i należytego wykorzystywania wyników.

Wymaganie to spełnia należycie ilorazowy test sekwencyjny Walda, ponieważ:

- odznacza się małą wartością oczekiwaną obserwacji potrzebnych do wydania decyzji /około dwukrotnie mniejszą niż testy oparte na stałej liczbie obserwacji/,

- rejestracja wyników testu prowadzi do utworzenia przejrzystego i intuicyjnie przekonywującego wykresu, uzasadniającego podjętą decyzję.

Ilorazowy test sekwencyjny w zastosowaniu do oceny jakości pracy centrali telefonicznej lub określonego kierunku w wielocentralowej sieci telefonicznej był już opisany kilkakrotnie w polskiej literaturze technicznej dotyczącej utrzymania sieci telefonicznych.

Wymienione opracowania, a w szczególności prace Sławoja Walaszka [10], ujmują to zagadnienie dosyć szczegółowo - zwłaszcza dla przypadku, gdy rzeczywista częstość zawodów jest mała i nie przekracza paru procent. W praktyce eksploatacji sieci wielocentralowych, opartych na sprzęcie starych systemów o małej niezawodności działania, spotyka się jednak obszary sieci lub kierunku, w których częstość zawodów znacznie przekracza owe, wspomniane wyżej parę procent. Warto zdawać sobie sprawę z tego, jak w takiej sytuacji funkcjonuje test Walda. Jaka jest efektywność opartej na nim metody badania oraz przydatność automatycznej aparatury do pobierania próbek ruchu.

Przedstawione dalej omówienie tych spraw wymaga naszkicowania kilku podstawowych zależności, związanych z testem Walda. Trzeba również podać przykład krzywej, jaka powstaje w trakcie nanoszenia wyników kolejnych próbek na płaszczyznę wykresu, aż do momentu podjęcia decyzji.

Jak już wspomniano, zmienną stochastyczną w naszym przypadku jest liczba zawodów  $f/n$  napotkanych w trakcie realizacji  $n$  próbnych połączeń, dla której przyjmujemy, iż posiada rozkład dwumianowy. Parametrami tego układu są: nieznana częstość zawodów  $\mathcal{L}$  oraz liczba próbnych połączeń  $n$ .

Gdyby przyjąć, iż interesuje nas precyzyjne ustalenie czy nieznaną częstość zawodów  $\alpha$  jest mniejsza lub równa albo większa od dopuszczalnej wartości granicznej, problem wymagałby testowania hipotezy  $H: \alpha \leq \alpha_0$  przeciwko hipotezie alternatywnej  $H_a: \alpha > \alpha_0$ . W praktyce sprawę można uprościć zastępując wartość punktową  $\alpha_0$  przez obszar zawarty pomiędzy dwoma dopuszczalnymi /najmniejsza - poniżej której jest dobrze, i największa - powyżej której jest źle/ wartościami granicznymi  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$ .

Decyzję podejmujemy więc po stwierdzeniu iż albo  $\alpha \leq \alpha_1$ , albo  $\alpha > \alpha_2$ ; przypadek  $\alpha_1 < \alpha < \alpha_2$  nie jest dla nas interesujący z punktu widzenia możliwości jej podjęcia.

Takie postawienie sprawy pozwala na sprowadzenie zagadnienia do testowania prostej hipotezy  $H_1: \alpha = \alpha_1$  przeciwko alternatywnej  $H_2: \alpha = \alpha_2$ . Przyjmuje się przy tym pewien poziom ryzyka podjęcia błędnej decyzji określony jako:

- prawdopodobieństwo  $\varepsilon_1$  odrzucenia hipotezy  $H_1$ , gdy jest ona prawdziwa,
- prawdopodobieństwa  $\varepsilon_2$  przyjęcia hipotezy  $H_1$ , gdy prawdziwa jest  $H_2$ .

Dla wartości, jakie przybiera  $\alpha$  w obszarze  $0 \leq \alpha \leq \alpha_1$  prawdopodobieństwo  $H_1$  określa się jako większe lub równe  $1 - \varepsilon_1$ . Gdy  $\alpha$  maleje do zera,  $H_1$  rośnie do 1. W obszarze  $\alpha_2 \leq \alpha \leq 1$  prawdopodobieństwo  $H_1$  jest mniejsze lub równe  $\varepsilon_2$ . Maleje ono do zera wraz ze wzrostem  $\alpha$  do jedynki.

Praktyczna realizacja testu przebiega następująco: Określamy tzw. linie /liczby/ graniczne  $f_1 /n/$  i  $f_2 /n/$ :

$$f_1/n/ = an + b$$

$$f_2/n/ = an + c$$

gdzie:

$$a = \frac{1}{d} \cdot \log \frac{1 - \alpha_1}{1 - \alpha_2}$$

$$b = \frac{1}{d} \cdot \log \frac{\varepsilon_2}{1 - \varepsilon_1}$$

$$c = \frac{1}{d} \cdot \log \frac{1 - \varepsilon_2}{\varepsilon_1}$$

przy czym:

$$d = \log \frac{\alpha_2}{\alpha_1} - \log \frac{1 - \alpha_2}{1 - \alpha_1}$$

Badanie prowadzi się tak długo, jak długo spełniona jest zależność

$$f_1/n/ < f/n/ < f_2/n/$$

gdy po pobraniu kolejnej próbki okaże się, że  $f/n/ \leq f_1/n/$  - uznajemy kierunek /centralę/ za dobry i przerywamy badanie, nie podejmując żadnej akcji konserwatorskiej. Gdy natomiast okaże się, iż  $f/n/ \geq f_2/n/$  - uznajemy, że kierunek charakteryzuje się nadmierną liczbą zawodów i podejmujemy odpowiednie działanie.

Proste  $f_1/n/$  oraz  $f_2/n/$  dzielą płaszczyznę wykresu, na którym nanosimy wyniki, na trzy obszary: odrzucenia, przyjęcia i obojętny. Badanie, polegające na kolejnym pobieraniu próbki połączeń próbných, prowadzi się więc dotąd, dopóki krzywa znajdu-

je się w obszarze obojętnym. Na rysunku 1<sup>x/</sup> pokazano przykład podejmowania decyzji za pomocą ilorazowego testu sekwencyjnego, zrealizowany przy założeniu następujących współczynników:

$$\alpha_1 = 0,8\% \quad \alpha_2 = 1,5\% \quad \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 5\%.$$

Proste  $f_1/n/$  oraz  $f_2/n/$  naniesione przy założeniu tych współczynników mają równania odpowiednio

$$f_1/n/ = 0,01114 \cdot n - 4,63$$

$$f_2/n/ = 0,01114 \cdot n + 4,63$$

Punkty P1 + P4 obrazują wyniki badania /łączna liczba zawodów, czyli połączeń, w których wystąpiło zakłócenie/ po kolejnej próbie 250 połączeń próbnych. Wynik po dokonaniu czwartej próbki znajduje się w obszarze przyjęcia, wobec czego badanie zostaje przerwane, badany zaś kierunek - uznany za dobry.

Ze względów praktycznych ogranicza się łączną liczbę połączeń próbnych potrzebnych do podjęcia decyzji. W podanym przykładzie granicą tą jest 750 połączeń. Gdyby - w szczególnym przypadku - krzywa wyników nie wyszła aż do tej pory poza obszar obojętny, decyzja zostanie podjęta w momencie przecięcia się krzywej wyników z odcinkiem odrzucenia lub odcinkiem przyjęcia.

Efektywność opisanego testu sekwencyjnego ocenia się za pomocą dwóch następujących funkcji:

- a/ tzw. funkcji operacyjno-charakterystycznej  $L/X/$ ,
- b/ funkcji wartości oczekiwanej liczby próbnych połączeń potrzebnych do podjęcia decyzji, zwanej w skrócie  $E \alpha/n/$ .

---

<sup>x/</sup> Rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.

Funkcja  $L/\alpha/$  określa prawdopodobieństwo przyjęcia sprawdzanej hipotezy, czyli np. prawdopodobieństwo przyjęcia badanego kierunku /centrali/, gdy rzeczywisty udział zawodów wynosi  $\alpha$ .

Przebieg tej funkcji określa zależność [4]:

$$L/\alpha/ = \frac{1 - \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} \cdot \frac{1 - \alpha_2}{1 - \alpha_1}^h}{1 - \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} \cdot \frac{1 - \alpha_2}{1 - \alpha_1}^h - \frac{\varepsilon_2}{1 - \varepsilon_1} \cdot \frac{1 - \alpha_2}{1 - \alpha_1}^h}$$

gdzie  $h$  zmienia się od  $+\infty$  do  $-\infty$ , co odpowiada zmianom  $\alpha$  w granicach od 0 do 1 zgodnie z zależnością:

$$\alpha = \frac{1 - \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \cdot \frac{1 - \alpha_2}{1 - \alpha_1}^h}{\frac{\alpha_2}{\alpha_1} \cdot \frac{1 - \alpha_2}{1 - \alpha_1}^h - \frac{1 - \alpha_2}{1 - \alpha_1}^h}$$

Na rysunku 2 pokazano przykładowy wykres funkcji  $L/\alpha/$ , przy czym wartości  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\varepsilon_1$  i  $\varepsilon_2$  ustalono odpowiednio:

$$\alpha_1 = 0,8\%, \quad \alpha_2 = 1,5\%, \quad \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 5\%$$

Przebieg funkcji  $E_\alpha/n/$  określa się na podstawie zależności:

$$E_\alpha/n/ = \frac{L/\alpha/ \cdot \log \frac{\varepsilon_2}{1 - \varepsilon_1} + [1 - L/\alpha/] \cdot \log \frac{1 - \varepsilon_2}{\varepsilon_1}}{\alpha \cdot \log \frac{\alpha_2}{\alpha_1} + [1 - \alpha] \cdot \log \frac{1 - \alpha_2}{1 - \alpha_1}}$$

W punktach szczególnych - wtedy gdy  $\alpha$  przybiera wartość równą 0,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_{Emax}$ ,  $\alpha_2$  oraz 1 - funkcje  $L/\alpha/$  i  $E_\alpha/n/$  przyj-



mują postać prostą, pokazaną w poniższej tablicy 1.

T a b l i c a 1

h		$L/\alpha/$	$E_{\alpha}/n/$
$+\infty$	0	1	$\frac{\log \frac{\varepsilon_2}{1-\varepsilon_1}}{\log \frac{1-\alpha_2}{1-\alpha_1}}$
1	$\alpha_1$	$1-\varepsilon_1$	$\frac{1-\varepsilon_1 / \log \frac{\varepsilon_2}{1-\varepsilon_1} + \varepsilon_1 \log \frac{1-\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}{\alpha_1 \log \frac{\alpha_2}{\alpha_1} + 1-\alpha_1 / \log \frac{1-\alpha_2}{1-\alpha_1}}$
0	a	$\frac{\log \frac{1-\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}{\log \frac{1-\varepsilon_2}{\varepsilon_1} + \left  \log \frac{\varepsilon_2}{1-\varepsilon_1} \right }$	$\frac{1-\varepsilon_1 / \log \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} / \log \frac{1-\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}{\alpha_2 / \log \frac{\alpha_2}{\alpha_1} / \log \frac{1-\alpha_2}{1-\alpha_1}}$
-1	$\alpha_2$	$\varepsilon_2$	$\frac{\varepsilon_2 \log \frac{\varepsilon_2}{1-\varepsilon_1} + 1-\varepsilon_2 / \log \frac{1-\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}{\alpha_2 \log \frac{\alpha_2}{\alpha_1} + 1-\alpha_2 / \log \frac{1-\alpha_2}{1-\alpha_1}}$
$-\infty$	1	0	$\frac{\log \frac{1-\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}{\log \frac{\alpha_2}{\alpha_1}}$

Przykładowy przebieg funkcji  $L/\alpha/$  i  $E_{\alpha}/n/$  uwidacznia dużą skuteczność ilorazowego testu sekwencyjnego, zastosowanego do badania jakości usług telefonicznych w sytuacji, gdy jakość ta kształtuje się na dobrym poziomie.

Krzywa  $L/\alpha/$  pokazuje np., iż w sytuacji, gdy rzeczywista wartość zawodów wykracza poza 1,5% i wzrasta np. do wartości 2%, prawdopodobieństwo uznania takiego kierunku za dobry jest znikomo małe /około 0,3%/. Z krzywej  $E_{\alpha}/n/$  wynika natomiast, iż taki stan pogorszenia jakości, w stosunku do założonych granic, będzie dość szybko wykryty - już po około 500 połączeniach próbnych.

Duża stromość charakterystyk w obszarze  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$  oraz znaczna wysokość wierzchołka  $E_{\alpha_0}/n/$  są wskaźnikami efektywności działania testu Walda w omawianym przypadku.

Biorąc pod uwagę, iż  $E_{\alpha_0}/n/ - E_{\alpha_2}/n/ \approx 1000$  połączeń próbnych, oszczędność, jaką niesie za sobą zastosowanie tego testu w opisanej wyżej sytuacji, jest znaczna.

Za wskaźniki efektywności ilorazowego testu sekwencyjnego można uznać następujące dwa parametry:

a/ Nachylenie krzywej  $L/\alpha/$  w punkcie  $L/\alpha_0/$ , obrazujące szybkość zmniejszania się ryzyka podjęcia błędnej decyzji w miarę oddalania się rzeczywistej wartości  $\alpha$  od wartości  $\alpha_0$ .

Z pewnym przybliżeniem można przyjąć, iż kąt nachylenia równa się:

$$\varphi = \arctg \frac{1 - |\varepsilon_1 + \varepsilon_2|}{\alpha_2 - \alpha_1}$$

b/ Różnica pomiędzy wartością szczytową funkcji  $E_{\alpha}/n/$  a jej wartością w punkcie  $\alpha = \alpha_2$  wskazująca na liczbę połączeń, jaką można "zaoszczędzić" w sytuacji wykrywania pogorszenia jakości, będącego na dopuszczalnej granicy, w stosunku do sytuacji, gdy wartość rzeczywista liczby zawodów  $\alpha$  jest równa wartości  $\alpha_0$ . W skrócie można to zapisać następująco:

$$E_r = E_{\alpha_0}/n/ - E_{\alpha_2}/n/$$

Dla zorientowania się w charakterze przebiegu zmian kąta  $\varphi$  w funkcji zmiany wartości oczekiwanej liczby zawodów  $\alpha$  przyjmujemy dla uproszczenia, iż  $\alpha_0$  znajduje się w środku obszaru określonego nierównościami  $\alpha_1 \leq \alpha \leq \alpha_2$ .

Wynika stąd, iż:

$$\alpha_1 = \alpha_0 (1 - \omega) \quad \alpha_2 = \alpha_0 (1 + \omega)$$

gdzie  $\omega$  charakteryzuje wielkość odchyłki wartości granicznej  $\alpha_1$  lub  $\alpha_2$  w stosunku do wartości  $\alpha_0$ .

Uwzględniając powyższe założenie oraz przyjmując, iż  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 5\%$  otrzymamy:

$$\varphi = \arctg \frac{0,45}{\omega \alpha_0}$$

Przyjmując kilka różnych wartości dla współczynnika otrzymujemy rodzinę krzywych pokazaną na rys. 3, obrazującą pogorszenie się skuteczności omawianego testu w miarę wzrostu wartości  $\alpha_0$ .

Dokonamy teraz analizy zmian kształtu krzywej  $E_{\alpha}/n/$  oraz przebiegu zmian parametru  $E_r$  w funkcji zmiany wartości oczekiwanej liczby zawodów  $\alpha$ .

Analizując krzywą  $E_{\alpha}/n/$  weźmy pod uwagę trzy punkty: war-

tości, jakie przybiera ona dla  $\alpha = \alpha_1$ ,  $\alpha = \alpha_0$  i  $\alpha = \alpha_2$ , oznaczone na wykresie  $E_\alpha/n/$  pokazanym na rys. 2 jako  $E_{\alpha_1}/n/$ ,  $E_{\alpha_0}/n/$  i  $E_{\alpha_2}/n/$ .

Założmy, jak poprzednio, iż w całym interesującym nas obszarze zmian parametru  $\alpha$  tak dobieramy  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$ , że  $\alpha_1 = \alpha_0(1-\omega)$ ,  $\alpha_2 = \alpha_0(1+\omega)$ .

Podobnie też przyjmijmy  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,05$ .

Pozostaje teraz przyjąć wartość parametru  $\omega$ , określającego szerokość obszaru  $\alpha_1 \div \alpha_2$ . Najprościej byłoby przyjąć wartość stałą, np.  $\omega = 0,2$ , co oznaczałoby dopuszczenie dwudziestoprocentowej odchyłki od wartości  $\alpha_0$ . Takie założenie oznaczałoby jednak zbytne uproszczenie zagadnienia, ponieważ - praktycznie biorąc - gdy  $\alpha_0$  jest małe i wynosi np. 1%, odchyłki od wartości  $\alpha_0$  można dopuścić znacznie większe, aniżeli wtedy, gdy  $\alpha_0$  jest duże /np. 30 - 40%/.

Wydaje się, iż zależność pomiędzy wartością  $\omega$  a wartością  $\alpha_0$  w obszarze  $0,01 \leq \alpha \leq 0,8$  można określić w sposób wystarczająco dokładny dla niniejszych rozważań, za pomocą następującego empirycznego wzoru:

$$\omega = 0,1 + \frac{0,004}{\alpha_0}$$

Posługując się wzorami na  $E_{\alpha_0}/n/$  i  $E_{\alpha_2}/n/$  podanymi w tablicy 1 oraz uwzględniając powyższe założenia i zależności pozwalające wyrazić  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$ , a także  $\omega$  w funkcji  $\alpha_0$ , otrzymujemy dla  $E_r$  zależność, której wykresem jest krzywa "a" pokazana na rys. 4, zaś dla  $e_p = \frac{r}{E}$  - krzywa "b".

Jak wynika z krzywej "a", skuteczność ilorazowego testu se-

kwencyjnego wyrażona wartością  $E_r$  gwałtownie maleje wraz ze wzrostem wartości  $\alpha_0$  ponad 0,02. Jest to szczególnie widoczne dla  $\alpha_0 > 0,4$ , kiedy to, wskutek znikomo małej wartości  $E_r$ , efekty stosowania tego testu maleją przeszło dziesięciokrotnie.

Warto zwrócić uwagę, iż zmniejszenie się wartości  $E_r$  nie jest w zasadzie spowodowane zmianą stosunku pomiędzy  $E_r$  a  $E_{\alpha_0}/n/$  ponieważ, jak wynika z krzywej "b", wykazuje ona względną stałość. Zmniejszenie się skuteczności testu sekwencyjnego wraz ze wzrostem wartości  $\alpha_0$  następuje głównie wskutek zmniejszania się wartości  $E_{\alpha_0}/n/$ , jak również  $E_{\alpha_1}/n/$  i  $E_{\alpha_2}/n/$ , /patrz na rys. 5/ przy czym zmiany te są tak znaczne, iż w sytuacjach, gdy  $\alpha_0 > 0,5$ , wątpliwa wydaje się nawet celowość automatycznego generowania próbnych połączeń lub automatycznej obserwacji połączeń rzeczywistych. Dla uzyskania wyniku wystarczy bowiem wygenerować bardzo niewielką liczbę połączeń, a to łatwo jest wykonać po prostu ręcznie. Pewne zastrzeżenie mógłby tu jedynie budzić fakt, iż zbyt mała liczba próbnych połączeń w próbie może, w pewnych okolicznościach, wprowadzić do badania element tendencyjnego pobierania próbki.

Mimo powyższego zastrzeżenia należy uznać, iż efekty zmniejszenia pracochłonności, uzyskiwane dzięki automatyzacji badań i stosowaniu ilorazowego testu sekwencyjnego, poważnie maleją w miarę pogarszania się rzeczywistej jakości usług świadczonych przez centrale telefoniczne, co zresztą jest zgodne z intuicyjnym odczuciem, iż  $\alpha > 0,5$  oznacza właściwie stan awarii, w którym trudno już mówić o korzyściach wynikających z automatyzacji pomiarów jakości i.o. stosowaniu subtelnych metod statystyki matematycznej.

Sprawę tę jednak warto postawić jasno, ponieważ spotyka się niekiedy tendencje do usprawiedliwiania zdecydowanie złych wyników jakości brakiem automatycznych urządzeń badaniowych i znajomości nowoczesnych metod statystycznych.

Wracając do sytuacji, kiedy  $\mathcal{L}$  zawiera się w "przyzwoitych" granicach, należy stwierdzić, że ilorazowy test sekwencyjny jest metodą o dużej skuteczności stosowaną z pożytkiem przez wiele zarządów telefonicznych.

### 3. APARATURA DO GENEROWANIA I NADZORU RUCHU SZTUCZNEGO

#### 3.1. Pierwsze urządzenia do generowania sztucznego ruchu

Generowanie próbných połączeń w celu sprawdzenia jakości działania centrali telefonicznej czy też zespołu central telefonicznych i łączy międzycentralowych jest sposobem oczywistym i stosowanym od dawna. W czasach, gdy automatyzacja badań i pomiarów w centralach telefonicznych nie była jeszcze dostatecznie rozwinięta, specjalne ekipy pracowników wyposażone w zwykłe aparaty telefoniczne, przyłączone do wybranych numerów w centrali wykonywały odpowiednio dobrane kombinacje połączeń telefonicznych.

W trakcie uruchamiania nowej centrali lub niekiedy w czasie godzin małego ruchu w centrali już eksploatowanej wszystkie połączenia kierowano jednocześnie na wybrany fragment zespołu dróg połączeniowych. Wyglądało to mniej więcej tak: każdy naciągał na tarczy swego aparatu określoną cyfrę i na sygnał "start"

zwalniał tarczę. Była to trudna próba dla sprzętu i dla ludzi.

Badania takie miały i mają obecnie charakter zdecydowanie diagnostyczny. Nie chodzi w nich o ocenę jakości usług świadczonych abonentom, lecz po prostu o wyszukanie usterek i wadliwie wyregulowanych zespołów połączeniowych, błędów w wielokrotnościach stopniowanych itp.

Właśnie ze względu na ów diagnostyczny charakter tych badań nie będą one dalej szczegółowo omawiane, ponieważ badania i pomiary o charakterze ściśle diagnostycznym nie są przedmiotem niniejszego opracowania. Warto może jedynie dodać, iż metoda koncentracji sztucznego ruchu na wybranych odcinkach dróg połączeniowych jest stosowana do dzisiaj jako cenne narzędzie diagnostyczne, nawet w nowoczesnych systemach central telefonicznych. Możliwość taką ma np. francuskie urządzenie do generowania sztucznego ruchu, znane pod nazwą SIMAT /Simulateur d'Appels Telephoniques/, opracowane w Lannion dla potrzeb central Pentaconta oraz central elektronicznych.

O urządzeniu SIMAT będzie jeszcze wzmianka przy okazji omawiania nowoczesnych całkowicie zautomatyzowanych systemów generacji sztucznego ruchu /AMALRIC, SIMAT i inne/, na razie jednak przyjrzyjmy się nieco bliżej początkom procesu rozwoju automatyzacji generowania sztucznego ruchu - procesu, który stworzył praktyczne "urządzeniowe" podstawy do powstania nowoczesnych systemów utrzymania, opartych na statystycznym nadzorze jakości usług.

W połowie lat pięćdziesiątych zostaje opracowany przez firmę LM Ericsson automat do generowania próbnych połączeń, nazwany próbnikiem dróg połączeniowych LTR 1050. Wprowadzano go do

eksploatacji central z wybierakami 500-liniowymi oraz do central krzyżowych jako nowoczesne urządzenie pracy dla służb utrzymania, wiążąc z nim nadzieje na modernizację i zwiększenie efektywności działania tych służb.

Próbnik dróg połączeniowych LTR 1050 był istotnie bardzo nowoczesnym, jak na owe czasy, urządzeniem badaniowym. Program badań polegający na generowaniu połączeń pomiędzy kolejnymi parami numerów abonentów A i B /10 numerów dla abonentów A i 10 dla B/ realizowany był automatycznie za pomocą przekąźnikowego układu sterowania. Ewentualne usterki były rejestrowane na taśmie papierowej centralografu w postaci znaczników. Położenie znacznika na płaszczyźnie taśmy oznaczało rodzaj usterki i fazę połączenia, w której ona wystąpiła.

Pełny program badaniowy obejmował 100 połączeń /od każdego numeru A do każdego numeru B -  $10 \times 10 = 100$  połączeń/, przy czym każde połączenie podlegało automatycznemu nadzorowi, nastawionemu na kontrolę następujących przebiegów związanych z realizacją połączenia telefonicznego:

- sygnał zgłoszenia,
- prąd dzwonienia i sygnał zwrotny dzwonienia,
- prawidłowość zasilania w pętli rozmównej,
- poziom transmisji,
- zakłócenia akustyczne /np. przesłuchy/,
- ciągłość połączenia,
- zaliczanie,
- rozłączenie połączenia.

Próbnik LTR 1050 umożliwiał generowanie próbnych połączeń telefonicznych nie tylko w obrębie własnej centrali telefonicznej,



lecz także do centrali odległej od własnej oraz pomiędzy dwoma centralami odległymi /w stosunku do centrali, w której zainstalowano próbnik/. Z wyjątkiem połączeń w obrębie własnej centrali realizacja próbnych połączeń wymagała wykorzystywania osobnych łączy międzycentralowych lub stosowania automatycznych odzewników.

Próbnik mógł być wykorzystywany dwojako:

- jako źródło informacji statystycznych dotyczących jakości pracy centrali,
- jako urządzenie diagnostyczne przeznaczone do wykrywania i sygnalizowania usterek.

Po wykryciu usterki - stosownie do przyjętego rodzaju pracy - następowało bądź tylko jej zarejestrowanie bez zatrzymania dalszej pracy próbnika, bądź też przytrzymanie połączenia w celu umożliwienia obsłudze lokalizacji uszkodzenia. Był więc już automatycznie realizowany program badania i samoczynna rejestracja wyników. Wprawdzie jeszcze nie w sposób nadający się do bezpośredniej próbki za pomocą maszyny cyfrowej, ale już pozwalający na wnikliwą, choć pracochłonną analizę zarejestrowanych informacji.

Układy logiczne, układy wykonawcze próbników LTR 1050 były zbudowane z przekaźników telefonicznych.

Próbniki dróg połączeniowych Ericssona ulegały z biegiem lat pewnej, nienadmiernej zresztą, modernizacji. Według informacji z lat 1970/71 próbniki LTR w nowej wersji, a mianowicie próbniki LTR 10523 i 10524, mają znacznie większą liczbę wyjść do numerów próbnych /100 z możliwością rozbudowy do 200/, bar-

dziej rozbudowany system automatycznych i zdalnie sterowanych dołączników, pozwalający na lepsze wykorzystanie próbników LTR w sieciach wielocentralowych oraz nieco obszerniejszy wachlarz możliwości pomiarowo-kontrolnych.

Możliwości centralnego sterowania systemu takich próbników oraz scentralizowanego przetwarzania dostarczania przezeń wyników są jednak bardzo ograniczone, a w szerszym zakresie - praktycznie niemożliwe, co wynika z tradycyjnej budowy układów programowania badań /programowanie ręczne/ i rejestracji wyników /centralograf/.

Ostatnio /informacja ze stycznia br./ opracowano w Szwecji w pełni nowoczesny system próbników dróg połączeniowych oznaczony skrótem TRT m 70. Ma on możliwość programowania badań na przestrzeni 99 dób z uwzględnieniem kilku różnych odmian programu w ciągu każdej doby, uwzględniających między innymi różne rodzaje prób sprawności, różne taryfy i poziomy transmisji.

Cały system składa się z jednostki centralnej, sterowanej za pomocą minikomputera oraz z jednostek wykonawczych /maks.16/, pełniących rolę abonentów A i B.

Programowanie cyklu badań odbywa się w centrum za pomocą elektrycznej maszyny do pisania lub za pośrednictwem taśmy dziurkowanej.

Wydruk wyników odbywa się w centrum za pomocą elektrycznej maszyny do pisania lub dziurkarki.

Wyniki poddawane są automatycznie testowi sekwencyjnemu.

W końcu lat pięćdziesiątych podjęto również w Polsce prace nad skonstruowaniem próbniaka dróg połączeniowych. Prototyp próbniaka dróg połączeniowych APD przeznaczonego dla central

systemu Strowgera i systemu ZWUT 32 A/B opracowano i wykonano w Instytucie Łączności w 1962 roku.

Próbnik APD miał możliwość dołączania się do 50 numerów próbnych w centrali i był dostosowany do wykrywania następujących usterek i zakłóceń:

- 1/ nieznajdowanie abonenta przez szukacz linii,
- 2/ brak sygnału zgłoszenia centrali,
- 3/ zerwanie połączenia po wybraniu kolejnej cyfry numeru B,
- 4/ pojawienie się sygnału zajętości po wybraniu kolejnej cyfry nr B,
- 5/ "wpadnięcie na trzeciego" po wybraniu kolejnej cyfry numeru B,
- 6/ brak prądu dzwonienia,
- 7/ brak sygnału dzwonienia,
- 8/ dzwonienie ciągle zamiast przerywanego,
- 9/ nieprawidłowości zasilania układu abonenta A,
- 10/ nieprawidłowości zasilania układu abonenta B,
- 11/ brak zaliczania,
- 12/ brak transmisji prądów fonicznych,
- 13/ brak rozłączenia połączenia.

Próbniki APD rozpowszechniły się szybko, pomimo iż początkowo przyjmowane były z pewnymi oporami przez personel central krajowych. Przez szereg lat stanowiły one podstawowe narzędzie obserwacji ruchu dla służb utrzymania automatycznych central telefonicznych na terenie kraju.

Próbniki dróg połączeniowych APD, produkowane w kolejnych wersjach od APD-2 do APD-5, obok zalet takich, jak: duża prostota konstrukcji i bardzo mały koszt urządzenia mają szereg wad

ujawniających się szczególnie przy badaniach typu statystycznego, a w dużych układach wielocentralowych - nawet przy badaniach typu diagnostycznego.

Próbniki APD-5 nie są również przystosowane ani do scentralizowanego programowania badań, ani do rejestracji wyników w sposób nadający się bezpośrednio do obróbki za pomocą maszyny cyfrowej. W rozbudowujących się coraz intensywniej automatycznych telefonicznych sieciach wewnątrzystrefowych i międzymiastowych mogą one obecnie pełnić jedynie rolę urządzenia badawczego o charakterze diagnostycznym w obrębie własnej centrali telefonicznej.

### 3.2. Nowoczesne systemy statystycznego nadzoru jakości w automatycznych sieciach telefonicznych

#### 3.2.1. Wstęp

Automatyczne próbniaki dróg połączeniowych konstruowane i eksploatowane w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych - mimo iż systematycznie ulepszone i modernizowane - tracą stopniowo swoje walory użytkowe, zwłaszcza w dużych automatycznych sieciach wielocentralowych. W takich sieciach potrzeby w zakresie generowania próbnych połączeń są znaczne i zaspokojenie ich w sposób ekonomicznie prawidłowy jest niemożliwe, bez zastosowania daleko idącej centralizacji obejmującej programowanie badań, sterowanie ich realizacją oraz rejestracją i przetwarzaniem wyników. Taka zaś centralizacja wymaga zastosowania maszyny cyfrowej jako jedyne go dyspozytora, zarządzającego całym systemem, na zasadzie wydawania możliwie najprostszych rozkazów /których wy-

konanie jest potwierdzane przez odpowiedni organ wykonawczy/ opartych na analizie odbieranych sygnałów / stałoprądowych i akustycznych/ oraz znajomości fazy przebiegu zestawianego połączenia próbnego. Oznacza to konieczność budowy całkowicie nowego systemu, zastosowania nowych rozwiązań układowych i nowych elementów. Co najmniej można przewidzieć punkty styku nowego systemu ze starymi poprzedzającymi go urządzeniami, jeżeli okazałoby się to pożyteczne i ekonomicznie uzasadnione.

### 3.2.2. System nadzoru dla sieci paryskiej - AMALRIC

Wśród nowoczesnych systemów statystycznego nadzoru jakości w automatycznych sieciach telefonicznych na szczególną uwagę zasługuje wprowadzony obecnie do sieci paryskiej system AMALRIC. W skład tego systemu wchodzi:

- pracująca w czasie rzeczywistym maszyna cyfrowa /wraz z urządzeniami peryferyjnymi/, sterująca przebiegiem realizacji programu badaniowego i sporządzaniem zestawienia wyników dla całej sieci paryskiej. Jest ona zainstalowana w siedzibie Dyrekcji Okręgu Telekomunikacji w Paryżu,
- urządzenia pośredniczące,
- wyposażenie automatycznych abonentów A i B, zainstalowane wraz z urządzeniami pośredniczącymi w wybranych centralach telefonicznych, obsługujące zbiorczo kilka central sąsiadujących,
- sieć transmisji danych łącząca maszynę cyfrową z urządzeniami wykonawczymi.

Jako maszynę cyfrową dla centrum sterowania systemem AMALRIC wybrano minikomputer T 2000 opracowany dla zastosowań przemysłowych. Komputer ten ma pamięć operacyjną o pojemności 16 K słów 19-bitowych. Pamięć zewnętrzną stanowią:

- a/ dysk magnetyczny /64 K słowa/ zawierający programy badań,
- b/ pamięć na taśmie magnetycznej przeznaczona do rejestracji wyników badania.

Minikomputer jest połączony z urządzeniem transmisji danych za pośrednictwem łącznika modemów, który zapewnia sterowanie modemami.

Poza tym minikomputer współpracuje z następującymi urządzeniami peryferyjnymi:

- szybkim czytnikiem taśmy perforowanej,
- drukarką wierszową /300 wierszy/min/ ,
- czytnikiem taśmy magnetycznej,
- dalekopisem,
- wyświetlaczem.

Sieć łączy transmisji danych stanowi gwiazdzysty układ 10 łączy czteroprzewodowych, pracujących na szybkości 4800 bit/s. Każde z łączy może obsługiwać do 8 urządzeń pośredniczących.

Informacja przeznaczona dla urządzenia pośredniczącego składa się z pewnej liczby słów 24-bitowych. Pierwszym słowem jest zawsze słowo "start", które poza informacją o rozpoczęciu nadawania zawiera również informację adresową pozwalającą nie tylko na określenie urządzenia pośredniczącego, dla którego są przeznaczone dalsze słowa rozkazu, lecz również na wyróżnienie od-

powiednich podzespołów wykonawczych, związanych z tym urządzeniem /łącznik numerów próbnych, drukarka itp/.

Urządzenie pośredniczące potwierdza odebranie słowa "start" słowem "gotowy do odbioru".

Dalsza wymiana informacji pomiędzy komputerem a danym urządzeniem pośredniczącym polega na nadawaniu kolejnych słów rozkazu potwierdzanych przez urządzenie pośredniczące słowem zawierającym oczekiwaną przez komputer informację.

Wymianę informacji kończy słowo "stop" nadane przez komputer. Czas nadawania jednego słowa wynosi 5 ms. Brak oczekiwanej odpowiedzi na nadane słowo powoduje powtórzenie nadania całej informacji.

Urządzenie pośredniczące zawiera:

- modem transmisji danych,
- układ logiczny umożliwiający dekodowanie rozkazów komputera, kodowanie wysyłanych mu informacji oraz generowanie sygnałów współpracy z wyposażeniem abonentów A i B,
- drukarkę wierszową wraz z układem sterującym.

Urządzenie pośredniczące jest połączone z kilkoma /maks. 8, średnio 5/ wyposażeniami automatycznych abonentów A i B. Wyposażenie takie ma dostęp do określonych numerów próbnych za pośrednictwem łącznika numerów próbnych.

Schemat blokowy organizacji całego systemu jest pokazany na rys. 6.

W pierwszym okresie realizacji system obejmuje 163 centrale telefoniczne. Pojemność końcowa maks. 400 central. W każdej

centrali przewiduje się wykorzystanie jednego numeru na tysiąc abonentów.

Program badaniowy jest podzielony na 10-minutowe sekwencje próbnych połączeń, z których każda przebiega następująco:

- ustalenie numerów próbnych A i B stosownie do tego, jaki kierunek ma być badany /połączenia lokalne, międzycentralowe,
- podniesienie mikrotelefonu przez ab. A i kontrola sygnału zgłoszenia,
- wybranie numeru abonenta B, z nasłuchem ew. sygnałów tonowych w przerwach międzyseryjnych,
- kontrola prądu dzwonienia i sygnału zwrotnego dzwonienia,
- zgłoszenie się abonenta B i jego identyfikacja,
- kontrola biegunowości zasilania,
- kontrola transmisji prądów rozmównych /1000 Hz w obu kierunkach/ ,
- rozłączenie połączenia i kontrola zaliczenia rozmowy.

Stopień centralizacji sterowania poszczególnymi przebiegami związanymi z realizacją kolejnych faz zestawiania połączenia jest w systemie AMALRIC bardzo duży. Każda cyfra numeru ab, B jest wydawana na osobny rozkaz. Każdy sygnał w pętli ab. A jest przekazywany do komputera i przezeń analizowany. Urządzenia wykonawcze w centralach telefonicznych zasługują na swoją nazwę - są pozbawione samodzielności działania i całkowicie uzależnione od rozkazów generowanych przez komputer.

Rozwiązanie takie pozwala istotnie na minimalizację kosztów



systemu, ponieważ jedna "centralna logika" skupiona w komputerze jest znacznie tańsza i bardziej niezawodna od "logiki", jaką należałoby zbudować, chcąc usamodzielnic układy wykonawcze w poszczególnych centralach. Trzeba jednak podkreślić, iż całkowite uzależnienie działania systemu nadzoru od centralnego punktu sterowania nadaje mu pewną sztywność, powodując utrudnienie lub brak możliwości ingerencji obsługi, ingerencja zaś taka - zwłaszcza w starych systemach central - bywa częstokroć potrzebna, a nawet konieczna. Poza tym sztywne uzależnienie przebiegów w wyposażeniu abonenta B od rozkazów maszyny cyfrowej powoduje powstanie trudności technicznych przy realizacji połączeń próbnych, wychodzących poza obszar objęty jej działaniem, co ma np. miejsce przy połączeniach międzymiastowych. Pokonanie tych trudności wymagać będzie dalszej rozbudowy systemu AMALRIC.

### 3.2.3. System hypsometrów dla central E10

Specyfika central elektronicznych oraz perspektywa rozwoju ich stosowania w przyszłości skłaniają do poświęcenia kilku słów systemowi hypsometrów dla central E10, który w tych centralach pełni rolę generatora próbnych połączeń.

System hypsometrów dla central E10 składa się z hypsometrów wyjściowych /rys. 7/, które pełnią rolę abonenta A, oraz hypsometrów przyjściowych, które pełnią rolę abonenta B. Rolę abonenta B mogą również pełnić automatyczne odzewniki /tzw. roboty przyjściowe/, mające ograniczone w stosunku do hypsometrów możliwości badaniowe.

System jest sterowany przez maszynę cyfrową w centrum przetwarzania informacji CTI, z tym jednak, iż program działania automatycznych abonentów B /tak hypsometrów jak prostych odzewników/ jest stały i niezależny od maszyny. Możliwe jest generowanie próbnych połączeń dla celów statystycznych, jak również systematyczne badanie pewnych odcinków dróg połączeniowych, określonych w programie badania. Ta ostatnia możliwość jest związana ze specyfiką układów sterowania w centralach elektronicznych E10.

Program badaniowy realizowany przez hypsometr przyjsciowy zawiera następujące czynności:

- a/ detekcję prądu dzwonienia,
- b/ pomiar tłumienności w kierunku  $A \rightarrow B$  /dla 800 Hz/ ,
- c/ pomiar tłumienności w kierunku  $B \rightarrow A$  /dla 800 Hz/ ,
- d/ rozłączenie, powrót do stanu spoczynku.

Program realizowany przez odzewnik nie zawiera pomiaru tłumienności w kierunku  $A \rightarrow B$ .

System może współpracować z odzewnikami i hypsometrami przyjsciowymi, umieszczonymi w centralach systemów nieelektro-  
nicznych. Wydaje się jednak, iż do tego celu program badania jest nieco za ubogi /nie zawiera np. pomiaru zakłóceń czy próby "podatności na przerwanie połączenia".

#### 3.2.4. System centralnego nadzoru sprawności technicznej SAP w telefonicznych sieciach wewnątrzstrefowych

W ostatnich latach przystąpiono również w Polsce do opracowania systemu nadzoru sprawności technicznej w sieci wielocen-

tralowej wewnątrzstrefowej, opartego na generowaniu próbnych połączeń. Opracowywany w Instytucie Łączności system oznaczony skrótem SAP ma odznaczać się następującymi właściwościami:

- a. System SAP będzie oparty na generowaniu i kontroli próbnych połączeń zestawianych pomiędzy wybranymi numerami próbnymi w centralach telefonicznych sieci wewnątrzstrefowej.
- b. Próbne połączenia będą generowane "na prawach przeciętnego abonenta", tak aby odzwierciedlały jakość techniczną urządzeń telefonicznej łączności wewnątrzstrefowej odczuwaną rzeczywiście przez abonentów.
- c. System SAP będzie zapewniać generowanie wielu próbnych połączeń jednocześnie, tak aby w stosunkowo krótkim czasie można było uzyskać wiarygodne dane statystyczne, odzwierciedlające stan techniczny sieci wewnątrzstrefowej.
- d. Próbne połączenia będą generowane w sposób całkowicie automatyczny zgodnie z programem ustalonym centralnie. Program ten będzie można łatwo zmienić.
- e. Poszczególne fazy zestawiania, trwania i rozłączania próbnych połączeń będą automatycznie nadzorowane.
- f. Na podstawie sygnałów stało- i przemiennoprądowych nadchodzących w trakcie zestawiania, trwania i rozłączania próbnych połączeń system SAP będzie generować i rejestrować informacje opisujące prawidłowość przebiegu próbnych połączeń.
- g. Rodzaj zarejestrowanych informacji oraz sposób i forma ich zapisu będą przydatne dla celów statystycznego ujęcia proble-

mu sprawności technicznej oraz dla diagnostyki technicznej i wyszukiwania uszkodzeń.

h. Centralnie ustalany program, wg którego działa system SAP, będzie zawierać wszystkie informacje niezbędne do automatycznego zestawiania poszczególnych próbnych połączeń, a w szczególności:

- numery abonentów A i B biorących udział w kolejnych próbnych połączeniach,
- oczekiwane kryteria stało- i prądumiennoprądowe odbierane w trakcie zestawiania połączeń,
- oczekiwane parametry transmisyjne,
- oczekiwane parametry zaliczania,
- czas trwania próbnych połączeń.

i. System SAP będzie obejmować wszystkie centrale telefoniczne w danej sieci wewnątrzstrefowej, niezależnie od ich systemu.

j. System będzie mieć "wejścia manipulacyjne" pozwalające na półautomatyczne generowanie próbnych połączeń wychodzących z określonej centrali lub w jej obrębie /pod bezpośrednim nadzorem obsługi danej centrali/. Sposób generowania, nadzorowania i rejestrowania wyników tych połączeń będzie rozwiązany pod kątem widzenia ich przydatności dla potrzeb diagnostyki i wyszukiwania uszkodzeń. W szczególności dotyczy to central systemu 32 A/B.

k. Będzie przewidziana możliwość współpracy systemu SAP z systemem hipsometrów dla central E10 co najmniej w zakresie

możliwości najdalej idącego ujednolicenia programu urządzeń odzewowych, zwanych także automatycznymi abonentami B lub hypsometrami przyszłymi.

m. Będzie zapewniona duża niezawodność działania systemu SAP.

### Ogólna budowa i działanie systemu SAP

Zamierzenia dotyczące systemu SAP przewidują, iż będzie się on składał z następujących członów:

- a/ centrum sterowania i rejestracji /CSR/ wyposażonego w minikomputer, multiplexer /bufor, translatory i rozdzielnik informacji/ oraz urządzenia peryferyjne,
- b/ komutator /K/,
- c/ urządzeń wykonawczych /UW/,
- d/ urządzeń odzewowych /UO/,
- e/ urządzenia manipulacyjnego /UM/.

Rysunek 8 ilustruje podstawowy schemat blokowy systemu SAP uwidaczniający jego budowę, hierarchię poszczególnych członów i ich usytuowanie względem obiektu nadzorowanego, to znaczy telefonicznej sieci wewnątrzstrefowej.

Działanie systemu przebiega następująco:

Wszystkimi czynnościami związanymi z generowaniem próbných połączeń i rejestracją wyników /poza działaniem wynikającym z użycia urządzenia manipulacyjnego UM/ zarządza centrum sterowania i rejestracji CSR. Działając na podstawie programu zapisanego w pamięci zewnętrznej minikomputera, centrum CSR steruje jednocześnie wieloma połączeniami próbnymi, zestawionymi pomiędzy pewną liczbą urządzeń wykonawczych UW /pełniących

rolę abonentów A/ a taką samą liczbą urządzeń odzewowych UO /pełniących rolę abonentów B/.

Rozkazy, jakie minikomputer wydaje urządzeniom UW oraz informacje, jakie od nich odbiera przebiegają za pośrednictwem multipleksera MP, który pełni rolę rozdzielnika informacji bufora i translatora, a następnie za pośrednictwem komputera K, który ma bezpośredni dostęp do wszystkich urządzeń wykonawczych UW. Centrum CSR powinno być zlokalizowane w okolicy środka ciężkości danej sieci TSW.

Urządzenia wykonawcze UW jak również urządzenia odzewowe UO będą się znajdowały w poszczególnych centralach telefonicznych, przy czym przewiduje się, iż - co najmniej w pierwszym okresie wdrażania systemu do eksploatacji - nie wszystkie centrale będą wyposażone w urządzenia UW, natomiast urządzenia UO powinny się znaleźć we wszystkich centralach sieci w możliwie najkrótszym czasie.

Takie podejście uprzywilejowuje w pewnym stopniu nadzór d. t. żych obiektów telekomunikacyjnych w stosunku do małych /tam gdzie nie ma UW - nie można generować i nadzorować połączeń wychodzących/, jest to jednak naturalna konsekwencja znacznej różnicy kosztów pomiędzy UW i UO, zwłaszcza biorąc pod uwagę koszt "dojścia" do UW za pośrednictwem komutatora K.

Przewiduje się, iż w pierwszej fazie realizacji systemu SAP komutator K będzie się składał z kontaktronowych zespołów komutacyjnych rozmieszczonych w wybranych punktach sieci /np. w centralach tandemowych/, tak aby skrócić do minimum długość łączy pomiędzy komutowanymi obiektami.

W drugiej fazie znaczną część zadań komutatora K lub może

nawet całą jego rolę przejmie rozwijająca się sieć łączy transmisji danych.

Niektóre centrale telefoniczne danej TSW mogą z różnych względów znaleźć się poza obszarem objętym bezpośrednio przez komutator K. Przewiduje się, iż dostęp do urządzeń UW w takich centralach będzie zapewniony przy użyciu dodatkowego ogniwa komutacji, jakim jest sama sieć TSW. Zostało to pokazane na rys. 8 w stosunku do urządzeń  $UW_{n+1} + UW_{n+r}$ .

Urządzenia manipulacyjne UM, zaznaczone również na rys. 8, stanowią realizację wymagania dotyczące dodatkowych "wejść manipulacyjnych" do systemu SAP. Będą one w miarę potrzeb instalowane w wybranych centralach telefonicznych, zwłaszcza systemu ZWUT 32 A/B.

Poza generowaniem próbnych połączeń sterowanych przez CSR /lub w szczególnych wypadkach przez człowieka za pośrednictwem UM/ system SAP będzie również dostosowany do systematycznego badania łączy międzycentralowych w sieci TSW.

W przypadkach decyzji o wykorzystaniu tej możliwości trzeba będzie w danej centrali /której łączy wychodzące mają być poddawane systematycznemu badaniu/ zainstalować oprócz UW również urządzenie dołączające UD, zapewniające dostęp do translacji wychodzących z danej CA. Jedno z takich urządzeń UD jest zaznaczone na rys. 8.

Przesyłanie informacji pomiędzy CSR a UW będzie się odbywać początkowo przy użyciu kodu wieloczęstotliwościowego "2 z 6", a w miarę rozwoju systemu transmisji danych w sposób właściwy temu systemowi.

### Centrum sterowania i rejestracji CSR

Centrum sterowania i rejestracji CSR kieruje automatycznie działaniem całego systemu SAP poza przypadkami bezpośredniej ingerencji człowieka, realizowanymi za pomocą "wejść manipulacyjnych".

Ponieważ działanie systemu SAP polega w zasadzie na jednoczesnym generowaniu pewnej liczby próbnych połączeń, kierowanie systemem sprowadza się do przetwarzania oraz odpowiednio szybkiej wymiany informacji pomiędzy centrum CSR a wszystkimi - w danej chwili zaangażowanymi do zestawiania połączeń urządzeniami wykonawczymi UW. Podstawą do przesyłania rozkazów w kierunku CSR → UW jest zbiór informacji zawartych w programie badaniowym oraz ciąg informacji nadchodzących z kierunku UW → CSR, charakteryzujących przebieg realizacji próbnych połączeń.

Treść oraz ilość rozkazów przesyłanych z CSR do UW powinna być taka, aby urządzenia UW mogły być wyposażone w możliwie małą liczbę układów logicznych. Trzeba się jednak liczyć z faktem, iż wraz z postępującą likwidacją "logiki" w UW będzie rosło zaangażowanie minikomputera w CSR oraz będzie wzrastała niezbędna szybkość informacji wymienianych na drodze CSR-UW.

Należy się spodziewać, iż możliwe będzie znalezienie pewnego optimum dostosowanego do realnie istniejących w Polsce możliwości w zakresie minikomputerów i środków transmisji danych.

Rozkazy przesyłane w relacji CSR — UW można podzielić na grupy wg ich znaczenia, a mianowicie:

a/ rozkazy dotyczące nr ab. A,



- b/ rozkazy dotyczące ustalania parametrów pętli dla prądu stałego,
- c/ rozkazy dotyczące zamykania i otwierania pętli ab.A, oraz wybieranie nr ab.B,
- d/ rozkazy dotyczące włączania i wyłączania tłumików oraz odbiorników i generatorów sygnałów akustycznych,
- e/ rozkaz zerowania UW,
- f/ potwierdzenie otrzymania informacji.

Podstawowy wieloczęstotliwościowy kod "2 z 6" umożliwia przekazanie tylko 15 znaków, z pobieżnej zaś analizy wynika potrzeba przesyłania około 50 różnych rozkazów, czego konsekwencją jest komplikacja budowy rozkazów.

Orientacyjna lista informacji przesyłanych w kierunku UW→CSR zawiera następujące informacje:

- a/ gotowość do pracy,
- b/ informacje o biegunowości pętli ab.A,
- c/ informacje o sygnałach akustycznych informacyjnych,
- d/ informacja o numerze osiągniętego ab.B,
- e/ informacje o sygnale akustycznym pomiarowym,
- f/ impuls licznikowy,
- g/ zerowanie połączenia,
- h/ zawieszenie połączenia,
- i/ potwierdzenie wykonania rozkazu.

Rola CSR w procesie rejestracji wyników próbnych połączeń polega na:

- bieżącym rejestrowaniu wszystkich informacji nadchodzących od wszystkich czynnych w danym momencie urządzeń UW,

- przetwarzaniu tych elementarnych informacji na informacje opisujące indywidualnie każde z zestawianych połączeń,
- zestawieniu wykazów informacji przeznaczonych do zarejestrowania,
- zarejestrowaniu wyników za pomocą wybranego nośnika informacji.

Dla spełnienia naszkicowanych powyżej zadań związanych ze sterowaniem systemu SAP i rejestracją wyników, centrum CSR musi być wyposażone w maszynę matematyczną pracującą w czasie realnym, multiplekser oraz urządzenia wejścia/wyjścia.

### Komutator K

Komutator jest członem systemu SAP umożliwiającym połączenie dowolnego urządzenia wykonawczego UW z centrum CSR. Pracą komputera steruje minikomputer za pomocą multipleksera i łącza ŁSK. Komutator po otrzymaniu odpowiednich rozkazów zestawia połączenie CSR-UW za pośrednictwem łączy ŁSK i ŁKW. W przypadku braku łącza ŁKW do określonego urządzenia UW komutator zestawia połączenie do UW za pośrednictwem łącza ŁKW, wykorzystując urządzenia telefonicznej sieci wewnątrzystrefowej.

W pierwszym okresie stosowania systemu SAP przewiduje się, iż komputer będzie zbudowany w oparciu o przekaźniki kontaktrowe. W zależności od konfiguracji sieci telefonicznej może on być jedno- lub dwustopniowy.

W miarę rozwoju stosowania łączy transmisji danych łącza te przejmą część lub całość funkcji komutatora.

### Urządzenia wykonawcze UW

W systemie SAP urządzenia wykonawcze UW pełnią rolę abonentów wywołujących. Urządzenia te będą instalowane bezpośrednio w centralach telefonicznych i dołączone do maks. dziesięciu numerów.

W celu realizacji połączeń próbnych urządzenia UW muszą wykonywać następujące czynności:

- a/ zajęcie jednego z numerów próbnych,
- b/ kontrolę biegunowości przewodów rozmównych,
- c/ odbiór sygnałów akustycznych występujących w przewodach rozmównych,
- d/ generowanie serii impulsów wybierczych w celu wybrania nr ab.B /o dowolnej liczbie cyfr/,
- e/ odbiór sygnałów kodu wieloczęstotliwościowego /od urządzenia odzewowego UO/,
- f/ pomiaru tłumienności w relacji UO → UW,
- g/ wykrywanie nadmiernych zakłóceń występujących w połączeniu próbnym,
- h/ odbiór impulsów licznikowych,
- i/ oferowanie rozmów.

Schemat blokowy urządzenia wykonawczego UW przedstawiony jest na rys. 9.

Urządzenie wykonawcze ma 2 wejścia - wejście dla łącza korespondencyjnego - ŁKW oraz wejście dla łącza korespondencyjnego - ŁTW, zestawianego za pomocą telefonicznej sieci wewnętrznej. Łącza korespondencyjne są przyłączane do rozdzielni-  
ka wywołań /RW/, wyjście zaś jego jest połączone z układem na-

dawczo-odbiorczym kodu wieloczęstotliwościowego /UNO/.

Sygnały prądu przemiennego nadchodzącego od centrum CSR są zamieniane w układzie nadawczo-odbiorczym na sygnały prądu stałego i - nadal w kodzie "2 z 6" - kierowane są do dekodera. Z dekodera po zdekodowaniu odpowiednie grupy rozkazów /R1, R2, R3/ są kierowane do poszczególnych bloków wykonawczych, a mianowicie, do łącznika numerów próbnych /ŁA/, do układu kontroli pętli /UKP/ i do układu kontroli sygnałów akustycznych /UKS/.

Układy UKP, DIL i UKS mają odpowiednie czujniki odbiorcze, które przetwarzają informacje analogowe występujące w pętli rozmównej i ewentualnie na przewodzie próbnym /biegunowość pętli, impuls licznikowy, sygnał akustyczny itp./ na informacje cyfrowe. Informacje te są kierowane do kodera, a dalej po zakodowaniu w kodzie "2 z 6" przekazywane są do układu UNO, zamienione na sygnały prądu przemiennego i wysyłane w kierunku centrum CSR.

Na schemacie blokowym pokazano również dodatkowe wyjście specjalne WS z łącznika ŁA. Wyjście to przewidziano w celu rozszerzenia możliwości badaniowych systemu SAP, a mianowicie może być ono wykorzystywane do systematycznych badań translacji lub wybranych organów centrali po zainstalowaniu w tym celu dodatkowych urządzeń dołączających UD.

### Urządzenia odzewowe UO

Urządzenia odzewowe w systemie SAP pełnią rolę abonentów wywoływanych.

W skład urządzenia odzewowego /rys. 10/ wchodzi:

- a/ łącznik numerów próbnych /LB/ ,
- b/ układ sterowania pętlą /USP/ ,
- c/ układ nadawczo-odbiorczy sygnałów akustycznych /UBT/ ,
- d/ układ programowania /UP/ .

Urządzenie odzewowe ma dostęp do dziesięciu numerów próbnych. Dołącza się ono samoczynnie do tego numeru, z którego nadejdzie wywołanie prądem dzwonienia 25 Hz.

Dalsze działanie urządzenia odzewowego przebiega wg ustalonego programu.

Program pracy urządzenia odzewowego musi umożliwiać ocenę jakości zestawionego połączenia i dlatego w programie są przewidziane następujące czynności:

- a/ detekcja prądu dzwonienia,
- b/ zamknięcie pętli dla prądu stałego,
- c/ dołączenie do przewodów rozmównych sygnału 1000 Hz,
- d/ wysłanie po przewodach rozmównych sygnału /kodem wieloczęstotliwościowym "2 z 6"/ określającego numer próbny, do którego aktualnie dołączone jest urządzenie odzewowe,
- e/ wykonanie pomiaru poziomu sygnału 1000 Hz nadsyłanego z UW oraz przekazanie informacji o tym poziomie do urządzenia UW,
- f/ otwarcie pętli na czas około 2-3 s i ponowne jej zamknięcie - próba odporności połączenia na rozłączeniu od strony ab.B,
- g/ otwarcie pętli i powrót urządzenia odzewowego do stanu spoczynkowego.

Program działania urządzenia odzewowego /rys. 11/ przewiduje działanie alternatywne w zależności od aktualnej sytuacji,

i tak:

- 1/ gdy w fazie FI poziom sygnału 1000 Hz nadesłany od UW jest dostatecznie duży, to urządzenie odzewowe przechodzi do fazy FIla i w stronę UW jest wysyłany jeden długi impuls 1000 Hz;
- 2/ gdy w fazie FI poziom sygnału 1000 Hz był niski, lecz jeszcze słyszalny, to urządzenie odzewowe przechodzi do fazy FIlib i w stronę UW są wysyłane dwa impulsy 1000 Hz;
- 3/ gdy w fazie FI odbiornik nie odebrał sygnału 1000 Hz, to urządzenie UO przechodzi do fazy V, tzn. następuje przerwanie pętli i powrót do stanu spoczynkowego.

Takie alternatywne działanie pozwala na określenie jakości transmisji w obu kierunkach, co ma znaczenie, gdy w skład zestawionego połączenia wchodzi łącza dwutorowe. Pozwala ono poza tym na wyróżnienie oceny "słyszalność jeszcze zapewniona" /oprócz ocen podstawowych "słyszalność dobra", "brak słyszalności"/, co będzie szczególnie przydatne w praktyce badania sieci o złych na ogół właściwościach transmisyjnych.

#### Urządzenie manipulacyjne UM

Urządzenie manipulacyjne UM jest urządzeniem umożliwiającym zestawianie połączeń próbnych bez udziału centrum CSR.

Dołączając urządzenie manipulacyjne UM do urządzenia wykonawczego UW otrzymujemy zestaw przystosowany do pracy w systemie "na wykrywanie uszkodzeń", a więc przeznaczony do badań diagnostycznych przeprowadzanych pod nadzorem pracowników centrali telefonicznej.

Obsługa centrali za pomocą przełączników w urządzeniu manipulacyjnym UM ustala numery abonentów i parametry połączenia próbnego, a mianowicie:

- a/ numer ab.A,
- b/ numer ab.B,
- c/ parametry pętli dla prądu stałego,
- d/ dopuszczalną tłumienność transmisji,
- e/ rodzaj zaliczania /jednokrotne, wielokrotne/.

Urządzenie manipulacyjne po uruchomieniu przycisku "Start" wysyła do UW odpowiednie rozkazy, otrzymywane zaś z UW informacje porównuje z informacjami ustalonymi za pomocą przełączników.

W przypadku niezgodności urządzenie UM wstrzymuje dalszą pracę, wyświetla odpowiednie informacje i przywołuje obsługę centrali.

Urządzenia manipulacyjne mogą być instalowane na stałe, na przykład w centralach o niskiej sprawności technicznej, lub przenośne i dołączane do UW w miarę potrzeb.

#### Urządzenie dołączające UD

Jak wspomniano, system SAP ma dodatkową możliwość systematycznego badania łączy wychodzących. Przyłączanie tych łączy do badania odbywa się za pośrednictwem specjalnych urządzeń dołączających, dostosowanych do rodzaju organów połączeniowych, które mają być komutowane w celu badania.

Zależność ta i wynikający z niej brak autonomiczności /który jest cechą charakterystyczną systemu SAP/ sprawiają, że urządzenia UD będą wymagały osobnego opracowania dla konkretnych systemów central.

Ze strony systemu SAP będzie jednak zapewniony sposób komunikacji pomiędzy UW a UD.

### 3.2.5. Uzasadnienie wyboru koncepcji systemu SAP dla warunków polskich

#### Centralizacja sterowania i sygnalizacji

Podstawową cechą charakterystyczną projektowanego systemu nadzoru technicznej sprawności telefonicznej sieci wewnątrzstrefowej jest centralizacja programowania badań, sterowania ich przebiegiem oraz rejestracji i przetwarzania wyników. Odróżnia to system SAP od wielu innych istniejących lub projektowanych za granicą systemów o podobnym przeznaczeniu, ponieważ wspomniane możliwości centralizacji w tych systemach są na ogół ograniczone i jedynie najnowszy wdrażany w sieci paryskiej - system A MALRIC odznacza się podobnym stopniem centralizacji co system SAP.

W świetle nowoczesnych tendencji dotyczących utrzymania central telefonicznych, a zwłaszcza central nowych systemów, zagadnienie pełnej centralizacji badań statystycznych, zmierzających do określenia poziomu technicznej sprawności telefonicznej sieci wewnątrzstrefowej, nabiera szczególnego znaczenia, ponieważ tylko na tej drodze możliwe staje się kompleksowe ujęcie technicznych i organizacyjnych problemów związanych z utrzymaniem na odpowiednim poziomie jakości usług, świadczonych przez urządzenia telefonicznej sieci wewnątrzstrefowej.

Konieczność sprawnego podejmowania prawidłowych decyzji dotyczących wykonawstwa różnego rodzaju czynności związanych z eksploatacją telefonicznej sieci wewnątrzstrefowej, traktowanej jako całość, wymaga gromadzenia i przetwarzania dużych ilości wiarygodnych informacji, przy czym informacje nadchodzą-



ce z różnych obszarów sieci muszą być obiektywne i wzajemnie porównywalne. Muszą mieć poza tym postać przydatną do obróbki za pomocą maszyny cyfrowej, bowiem gdy w grę wchodzi np. analiza i zestawianie wyników wielu tysięcy połączeń próbnych każdego dnia, obróbka ręczna przestaje być możliwa. Nie jest również w takim przypadku możliwe indywidualne programowanie badań dla różnych obszarów sieci, tak aby cały program zachował cechy działania skoordynowanego.

Takie są główne powody, dla których centralizacja systemu nadzoru sprawności technicznej staje się koniecznością. Nie są to jednak powody jedyne. Nie bez znaczenia jest również fakt, iż sterowanie systemem nadzoru za pomocą centrum wyposażonego w minikomputerowy system zarządzania umożliwia znaczne uproszczenie i poważne zmniejszenie kosztu wielu pozostałych członów systemu rozmieszczonych w centralach telefonicznych sieci wewnątrzstrefowej. Gdyby nie możliwości centrum CSR w zakresie programowania, sterowania i rejestracji wyników, urządzenia systemu nadzoru pełniące rolę abonentów A należałoby wyposażyć w odpowiednie bloki programowania, sterowania i rejestracji, co zwiększyłoby poważnie przewidywany koszt każdego z tych urządzeń.

Wydaje się prawdopodobne, iż centralizacja systemu SAP powinna pozwolić na uzyskanie w jednej sieci wewnątrzstrefowej oszczędności rzędu wielu milionów złotych w stosunku do rozwiązań ze sterowaniem zdecentralizowanym.

#### Wejścia manipulacyjne

Biorąc pod uwagę, że system SAP zacznie być wdrażany w okresie, gdy w sieci wewnątrzstrefowej na terenie kraju domino-

wać będą jeszcze stare systemy central telefonicznych odznaczające się dużą ilością usterek technicznych, trzeba przyjąć, iż badania o charakterze wyłącznie statystycznym nie będą w wielu przypadkach zaspokajać bieżących potrzeb eksploatacji, koncentrujących się z konieczności wokół problemów związanych z diagnostyką techniczną i wyszukiwaniem uszkodzeń.

Możliwości diagnostyczne systemów centralnego nadzoru sprawności technicznej /takich np. jak AMALRIC/, oparte na analizie wyników uprzednio wykonanych próbnych połączeń, mogą się w takiej sytuacji okazać niewystarczające. Dlatego też system SAP będzie wyposażony w tzw. "wejścia manipulacyjne", które umożliwią półautomatyczne generowanie próbnych połączeń pod nadzorem człowieka w relacjach wymagających nasilenia akcji diagnostycznej.

Dostęp do "wejść manipulacyjnych" będzie zapewniony za pośrednictwem przenośnych urządzeń manipulacyjnych UM, pełniących funkcje sterowania i rejestracji w sposób niezależny od centrum CSR. Programowanie połączeń próbnych generowanych za pośrednictwem UM odbywać się będzie przez obsługującego bezpośrednio na tablicy UM za pomocą pokręteł i przycisków. W przypadku napotkania usterki można będzie przytrzymać i ewentualnie prześledzić zestawione połączenie.

Liczba urządzeń manipulacyjnych w sieci będzie zależała od aktualnych potrzeb eksploatacji, wynikających ze stanu technicznego poszczególnych członów sieci.

Przy dobrym wyposażeniu wszystkich central telefonicznych, zwłaszcza ZWUT 32A/B, w aparaturę typowo diagnostyczną korzystanie z wejść manipulacyjnych SAP może być bardzo ograni-

zione, a po pewnym czasie - w miarę rozwoju central nowych systemów - zupełnie zbędne.

### Możliwość systematycznego badania łączy wychodzących

Koszt łączy międzycentralowych oraz znaczenie, jakie dla prawidłowego funkcjonowania telefonicznej sieci wewnątrzsrefowej ma stan tych łączy sprawia, że nawet w sieci wyposażonej w nowoczesne systemy, komutacyjne i transmisyjne zagadnienie badania łączy międzycentralowych wyodrębnia się w postaci osobnego problemu o charakterze diagnostycznym.

Aczkolwiek rozważano koncepcję sprowadzenia badań łączy międzycentralowych do pomiarów statystycznych /podobnie jak wyposażenia komutacyjnego central telefonicznych/, to jednak na ogół za granicą obserwuje się tendencje do łączenia funkcjonalnego urządzeń do systematycznego badania łączy międzycentralowych z urządzeniami do generowania próbnych połączeń. Jest to zresztą uzasadnione względami konstrukcyjnymi, ponieważ systematyczne badania łączy wykonuje się w godzinach małego ruchu, a próbne połączenia w godzinach dużego ruchu, znaczna zaś część wyposażenia związanego z jednym i drugim rodzajem może być wspólna.

W przypadku systemu o tak elastycznych możliwościach programowania jak system SAP wyposażenie go w możliwość wykonywania systematycznych pomiarów łączy wychodzących będzie wymagało pomijalnie małej adaptacji urządzenia UW, przystosowującej je do współpracy z osobnym urządzeniem dołączającym UD, za pośrednictwem którego będzie można osiągnąć określone łącza wychodzące.

Jeśli w pewnych warunkach nie zależało na systematycznym badaniu łączy, to po prostu nie zainstaluje się tam UD.

### Półsamodzielne urządzenia odzewowe

Stopień samodzielności działania urządzeń odzewowych, pełniących rolę abonentów B w urządzeniach do generowania próbnych połączeń lub w urządzeniach do systematycznej kontroli łączy, jest sprawą dość istotną z punktu widzenia uniwersalności stosowania tych urządzeń oraz elastyczności realizowanego przez nie programu badaniowego. Dążenie do uniwersalności rozumianej jako możliwość wykorzystywania urządzeń odzewowych nie tylko w ramach systemu SAP danej sieci wewnątrzstrefowej / sterowanego przez CSR/ jest jednak w pewnym stopniu sprzeczne z dążeniem do elastycznego, a więc nie na stałe zaprogramowanego działania.

Problem ten jest rozwiązany różnie w znanych systemach urządzeń do nadzoru sprawności technicznej. W niektórych systemach pozostawia się urządzeniom odzewowym całkowitą samodzielność /po otrzymaniu prądu dzwonienia zgłaszają się wykonując określoną, niezmienną sekwencję czynności pomiarowo-sygnalizacyjnych/, w innych działanie UO jest uzależnione w znacznym stopniu od urządzeń centralnego sterowania.

Ten drugi sposób nie wydaje się odpowiedni w sieci mocno zróżnicowanej pod względem budowy i rodzaju stosowanego w niej sprzętu.

Szytywne uzależnienie działania urządzenia odzewowego np. od przewidywanego dla systemu SAP centrum CSR spowodowałoby:

- a/ konieczność objęcia urządzeń UO układem komutatora K, co byłoby zbyt kosztowne, lub konieczność sprzęgnięcia ze sobą parami urządzeń UO i UW, co również nie byłoby korzystne, po-

- nieważ w wielu przypadkach może się okazać ekonomicznie uzasadnione stosowanie wyłącznie urządzeń UO, na przykład w CA cząstkowych, abonenckich z automatycznym wejściem itp.,
- b/ brak możliwości realizowania próbnych połączeń pomiędzy różnymi sieciami telefonicznymi wewnątrzstrefowymi;
  - c/ brak możliwości korzystania z UO przez inne - nie związane z CSR - urządzenia badaniowe, jak na przykład przez generatory próbnych połączeń w centralach elektronicznych.

Wymienione wyżej względy skłaniają do uniezależnienia działania UO od centrum CSR; jednak całkowite uniezależnienie wiąże się z usztywnieniem programu działania UO, co jest szczególnie niedogodne w sytuacji, gdy chcąc szybko zbadać określony kierunek, trzeba zrezygnować z próby prawidłowości wielokrotnego zaliczania, co poważnie skraca czas trwania próbnego połączenia. Biorąc pod uwagę tę okoliczność, należy uznać za celowe wysłanie z CSR do UO rozkazu określającego moment rozłączenia połączenia. Poza tym program działania UO może być stały i niezależny od CSR. Wskazane jest tylko, aby istniała możliwość wykonania łatwo zmiany programu w pewnym zakresie /np. kolejność wykonywanych czynności/ i przewiduje się, że UO będzie tę możliwość posiadało /zmiany programu będzie można dokonać na drodze wymiany w UO płytki drukowanej z pamięcią programu/.

## 4. APARATURA DO NADZORU RUCHU RZECZYWISTEGO

### 4.1. Omówienie ogólne

Pojęcie nadzoru ruchu rzeczywistego w automatycznych sieciach telefonicznych nie jest jednoznaczne i niekiedy trudno byłoby zakwalifikować jako nadzór pewien zespół czynności lub urządzeń kontrolno-badaniowych, ponieważ budzą się wątpliwości, czy nie jest to już raczej pomiar któregoś z parametrów ruchu.

Taka na przykład kontrola liczby przypadków zajętości wszystkich łączy w danej wiązce łączy. Z punktu widzenia możliwości podejmowania doraźnych akcji, mających na celu likwidowanie nagle powstałych trudności w sprawnym załatwianiu ruchu w jakimś obszarze sieci - jest to raczej nadzór ruchu. Z drugiej jednak strony liczba przypadków natłoku jest jednym z wielu parametrów ruchu telefonicznego, pozwalających łącznie na precyzyjne określenie ilościowe zjawiska ruchu telefonicznego, a to już są pomiary ruchu. Świadomi tej płynności pojęć oraz faktu, iż nie o drobiazgowe poszufladkowanie przecież chodzi, lecz o wypuklenie istoty badań i związanej z nimi aparatury, przyjmujemy /w sposób dość dowolny/, że aparatura do nadzoru ruchu rzeczywistego to zespół urządzeń pozwalających na ręczne lub automatyczne śledzenie przebiegu zestawiania, trwania i rozłączania wybranych do obserwacji połączeń telefonicznych /a więc próbnych połączeń/. Inne urządzenia techniczne, służące na przykład do pomiaru natężenia ruchu telefonicznego lub do rejestracji liczby określonych zjawisk ruchowych /takich jak liczba połączeń lub liczba przypadków natłoku/, zaliczymy do aparatury przeznaczonej do pomiarów ruchu telefonicznego.

#### 4.2. Stanowiska do nadzoru ruchu

Jak już wspominaliśmy, nadzór połączeń generowanych przez abonentów był prowadzony od dawna w sposób polegający na wyrywkowym włączaniu się obsługi do zestawianych połączeń i kontrolowaniu metodą nasłuchu czy przebieg zestawiania połączenia odbywa się prawidłowo.

Aby usprawnić taki nadzór, wiele zarządów telefonicznych wprowadziło do eksploatacji specjalne stanowiska nadzorcze, mające dostęp do zespołów połączeniowych w centralach telefonicznych za pośrednictwem specjalnych komutatorów przekąźnikowych.

Jako przykład takiego rodzaju rozwiązań technicznych może służyć system urządzeń do nadzoru ruchu zastosowany przez pocztę australijską. Wyróżnia się w nim dwa zestawy urządzeń:

- zestaw do nadzoru ruchu w automatycznej miejscowej sieci telefonicznej,
- zestaw do nadzoru w automatycznej sieci międzymiastowej.

Skład zestawu do nadzoru ruchu w automatycznej sieci miejscowej został pokazany na rys. 12.

W centralach systemów krokowych wyjścia komutatora są przyłączane do wejść wybieraków pierwszego stopnia wybierania grupowego, tak wybranych, aby zapewnić możliwie najlepszą reprezentatywność próbki pobieranej do badań. Zwykle komutator umożliwia dostęp do min. 40, maks. 60 wybieraków w danej centrali telefonicznej.

W centralach krzyżowych komutator ma dostęp do pewnej liczby zespołów SR /od 20 do 60/, zależnej od pojemności centrali.

Stanowisko obsługi ma pełny dostęp za pośrednictwem komutatora do 100 central telefonicznych. Przy większej liczbie central tworzy się stopniowane wielokrocia pól komutatora.

Obserwator przy stanowisku obsługi ma możliwość uzyskania następujących informacji dotyczących obserwowanych połączeń:

- wybieranie cyfr numeru ab.B,
- ilość nadchodzących impulsów taryfikacyjnych,
- czas trwania obserwacji w sekundach,
- centrala, z której wygenerowano połączenie: typ centrali /system krokowy czy krzyżowy/ oraz numer kierunkowy.

Po zakończeniu połączenia informacje te mogą być zatrzymane na tablicy wyświetlacza lub skasowane - stosownie do decyzji obserwatora.

Stosownie do okablowania łączówki w układzie sterowania, obserwator może prowadzić nasłuch połączenia przez czas około 15 - 20 sekund po zgłoszeniu się ab.B, lub przez czas nieograniczony. Nie ma on możliwości porozumienia się z abonentami uczestniczącymi w obserwowanym połączeniu.

#### 4.3. Automaty do nadzoru ruchu rzeczywistego

Zrealizowanie automatycznego nadzoru ruchu rzeczywistego w sensie wyżej opisanym wymaga stosowania urządzeń wykonujących samoczynnie obserwacje przebiegu zestawiania, trwania i rozłączania połączeń, tak aby na podstawie tych obserwacji możliwe było ustalenie danych, dotyczących:

- rozplywu ruchu,



- liczby połączeń nie zakończonych rozmową z powodu:
  - a/ braku wolnych dróg połączeniowych na poszczególnych stopniach łączenia,
  - b/ usterek technicznych w sieci telefonicznej,
  - c/ zajętości abonenta B,
  - d/ wadliwej manipulacji abonenta A /lub abonenta B/,
- prawidłowości zaliczania połączeń.

Taki komplet informacji pozwala na dokonanie wnikliwej oceny jakości świadczonych usług, a jednocześnie na wskazanie przyczyn ewentualnego obniżenia się poziomu tej jakości. Dane dotyczące rozplywu ruchu mogą być również wykorzystywane do innych celów, takich jak zmiana konfiguracji sieci, prognozowanie jej rozwoju itp.

Realizacja techniczna systemu urządzeń, który pozwalałby na automatyczne uzyskiwanie i przetwarzanie wymienionych wyżej informacji może pójść dwiema - w zasadzie - drogami.

Pierwsza z nich prowadzi do skonstruowania automatu, który nie tylko nadzoruje i rozróżnia stało - oraz przemiennoprądowe sygnały towarzyszące zestawianiu, trwaniu i rozłączaniu połączenia, lecz także przetwarza częściowo we własnym zakresie uzyskane dane, tak iż rejestracji na wyjściu automatu podlegają "gotowe" informacje, takie np. jak "abonent A położył mikrotelefon przed zgłoszeniem się ab.B" lub "błędne wybieranie numeru ab.B" itp.

Informacje te zostają zarejestrowane na przykład na taśmie dziurkowanej i przekazane do ośrodka dysponującego maszyną cyfrową w celu dalszego ich przetworzenia i sporządzenia odpowied-

nich zestawień. Tak na przykład zorganizowany jest japoński System Nadzoru Nr 3 przeznaczony do obserwacji połączeń generowanych przez abonentów.

System ten jest przeznaczony do współpracy z centralami Strowgera, Siemens'a oraz z centralami krzyżowymi. Składa się on z jednostki centralnej umieszczonej w centrali międzymiastowej oraz z urządzeń końcowych zainstalowanych w centralach miejscowych.

Jednostka końcowa zawiera:

- komutator,
- odbiorniki sygnałów stało- i przemiennoprądowych,
- nadajniki i odbiorniki kodu przeznaczone do współpracy z jednostką centralną.

Jednostka centralna zawiera:

- układ logiczny pozwalający na określenie znaczenia poszczególnych sygnałów /na podstawie znajomości fazy zestawianego połączenia oraz informacji nadchodzących od jednostki końcowej/ i treści informacji, jakie mają być zarejestrowane,
- dziurkarkę taśmy papierowej /kod ośmiobitowy/,
- zespół kontrolny, przeznaczony do sprawdzania działania systemu nadzoru oraz umożliwiający nadzór połączeń metodą naczną - przez obserwację lampek kontrolnych.

Układ logiczny jednostki centralnej pozwala na wyróżnienie następujących informacji o aktualnie obserwowanym połączeniu:

- połączenie zakończone rozmową,
- abonent B zajęty,
- zajętość zespołów połączeniowych,
- abonent zrezygnował z zestawiania połączenia przed ukończeniem wybierania,
- wybrano błędny numer,
- abonent A położył mikrotelefon przed otrzymaniem sygnału zwrotnego dzwonienia,
- abonent A położył mikrotelefon przed zgłoszeniem się abonenta B,
- abonent B nie zgłasza się,
- połączenie nie doszło do skutku z winy centrali abonenckiej,
- niski poziom transmisji prądów rozmównych,
- uszkodzone wyposażenie abonenta B,
- usterka w połączeniu,
- abonent A zrezygnował z połączenia przed rozpoczęciem wybierania numeru,
- długa przerwa w połączeniu.

Jednostka centralna jest połączona z jednostkami końcowymi za pomocą łączy czteroprzewodowych. Na dwie jednostki centralne przypada osiem jednostek końcowych, z których każda ma dostęp do 20 lub 50 /w CA syst. krzyżowego/ zespołów połączeniowych poddawanych obserwacji.

Opisany system odznacza się dużą niezawodnością przebiegu detekcji sygnałów akustycznych, która stanowi jeden z podstawowych problemów technicznych, jakie muszą być rozwiązane w tego rodzaju urządzeniu.

Sygnały akustyczne informacyjne zostają wydzielone z analizowanego przebiegu akustycznego za pomocą filtru pasmowego /270 - 440 Hz/, a następnie poddane kontroli poziomu względem górnego i dolnego progu. Zakłócenia impulsowe zostają wyeliminowane za pomocą układu zwłoki czasowej.

Akustyczne sygnały rozmówne są wydzielone za pomocą filtru górnoprzepustowego />700 Hz/, a następnie poddane kontroli poziomu.

Jednoczesne stwierdzenie istnienia sygnału tonowego informacyjnego i sygnału rozmównego powoduje skasowanie kryterium istnienia sygnału informacyjnego.

Wadą omawianego systemu jest niemożność jednoczesnej obserwacji dużej liczby połączeń. Wynika to z rodzaju elementów użytych do budowy systemu /przełączniki telefoniczne oraz oddzielne tranzystory/, które nie pozwalają na tworzenie względnie takich bloków pamięci o dużej pojemności z szybkich układów cyfrowych niezbędnych do uzyskania efektu jednoczesnego nadzorowania wielu /kilkudziesięciu/ połączeń.

Wady tej nie ma już na przykład nowoczesna aparatura francuska o podobnym przeznaczeniu, znana pod nazwą ATTILA.

Analizator ruchu telefonicznego ATTILA jest całkowicie automatycznym urządzeniem badaniowym, realizującym obserwację telefonicznych połączeń wychodzących jednocześnie na 40 kanałach. W centralach Pentaconta analizator ATTILA przyłącza się na stopniu szukaczy rejestrów, gdzie można w pełni wykorzystać dużą szybkość jego działania. Może on być jednak również przyłączony na stopniu abonenckim w celu rejestracji danych dotyczących połączeń wychodzących, generowanych na 40 wybranych do obserwacji liniach abonenckich.

Analizator ATTILA składa się z następujących czterech bloków funkcjonalnych, pokazanych na rys. 13:

- przepatrywacz i detektor stanów wejść przyłączonych do zespołów połączeniowych lub do linii abonenckich,
- układy logiczne sterowania i przetwarzania informacji zbudowane z elementów scalonych TTL,
- pamięć operacyjna o pojemności 1024 słów 8-bitowych zbudowana z elementów scalonych MOS,
- dziurkarka taśmy papierowej 8-kanalowa.

Zasada działania analizatora ATTILA jest następująca. Każde z obserwowanych wejść jest przyłączane do układów detekcji stanu co 5 ms na okres 100  $\mu$ s. Za każdym razem następuje wysłanie do bloku układów logicznych sterowania informacji określającej rozpoznany stan przewodów rozmównych i przewodu próbnego danego wejścia. Na podstawie gromadzonych w pamięci informacji, stanowiących wyniki kolejnych próbek, układ przetwarzania danych ustala i przekazuje do wyprowadzenia następujące informacje dotyczące każdego z obserwowanych połączeń:

- numer wejścia, na którym pojawiło się dane połączenie /od 1 do 40/,
- względną godzinę zakończenia połączenia /w stosunku do godziny rozpoczęcia badań/,
- czas, jaki upłynął od chwili podniesienia mikrotelefonu przez abonenta A do chwili podniesienia mikrotelefonu przez abonenta B,

- czas, jaki upłynął pomiędzy zakończeniem wybierania numeru a podniesieniem mikrotelefonu przez abonenta B,
- czas trwania rozmowy,
- wybrany numer abonenta B /maks. 16 cyfr/.

Wyniki zarejestrowane na taśmie dziurkowanej podlegają obróbce w ośrodku mającym maszynę cyfrową. Są one wykorzystywane przez personel służb eksploatacji technicznej jako informacje stanowiące podstawę do bieżącej działalności tych służb oraz przez ośrodek centralny, na przykład w celu sporządzenia matrycy rozplywu ruchu.

Rejestracja na taśmie dziurkowanej wszystkich informacji, jakie są dostarczane przez analizator, powoduje znaczne zużycie taśmy papierowej i odpowiednio długi czas jej wczytywania i obróbki. Ponieważ nie zawsze wszystkie informacje są interesujące, istnieje w analizatorze ATTILA możliwość pomijania wyprowadzania poszczególnych informacji za pomocą wciśnięcia odpowiedniego przycisku na tablicy manipulacyjnej.

Analizator ruchu telefonicznego ATTILA jest niewątpliwie interesującym i przydatnym w eksploatacji urządzeniem, jednak, mimo poważnie rozbudowanego układu logicznego i bloku pamięci, nie dostarcza on wielu informacji, jakie byłyby potrzebne przy wnikliwej analizie przebiegu zestawiania, trwania i rozłączania połączeń, uwzględniającej np. wyróżnianie momentu pojawienia się sygnału zajętości, liczby impulsów zaliczających oraz czasu trwania innych niż poprzednio wymienionych faz połączenia.

Trudno byłoby wymagać, aby analizator ruchu dostarczał wszystkie gotowe informacje, jakie mogą się okazać potrzebne w związ-

ku z analizą rozmaitych sytuacji eksploatacyjnych. Generowanie takich "gotowych" informacji, jak np.: czas upływający pomiędzy rozmaitymi fazami zestawiania połączenia, wymaga bardzo rozbudowanych układów pamięci i przetwarzania informacji w samym analizatorze, gdzie stopień wykorzystania szybkich układów cyfrowych jest z konieczności stosunkowo niewielki. Wpływa to w istotny sposób na koszt uzyskania informacji.

Tak więc - aby zapewnić możliwość uzyskania różnorodnych danych bez konieczności poważnej rozbudowy układów logicznych i pamięci analizatora - wydaje się, iż najwłaściwsze byłoby rozwiązanie polegające na wyprowadzaniu następujących informacji elementarnych:

- moment wzięcia łączy do pracy,
- moment pojawienia się sygnału zgłoszenia,
- moment rozpoczęcia wybierania każdej z cyfr numeru abonenta B,
- poszczególne cyfry wybieranego numeru,
- moment pojawienia się sygnału zwrotnego dzwonienia albo sygnału zajętości czy nieosiągalności,
- moment zgłoszenia się abonenta B,
- moment rozłączenia się abonenta B,
- moment rozłączenia się abonenta A,
- moment rozłączenia połączenia,
- liczba impulsów zaliczających.

Z takiej listy możliwych do wyprowadzenia danych należałoby w konkretnym przypadku wybrać żądany zestaw i wprowadzić do maszyny cyfrowej w celu ich przetworzenia i wygenerowania interesujących informacji ogólnych, takich np. jak czasy trwania o-

kreślonych faz zestawiania połączenia, rozptył ruchu, zajętość poszczególnych kierunków, prawidłowość manipulacji abonentów itp.

## 5. METODY I APARATURA DO POMIARÓW RUCHU TELEFONICZNEGO

### 5.1. Charakterystyka aktualnych potrzeb w dziedzinie pomiarów ruchu telefonicznego

#### 5.1.1. Rozwój pomiarów ruchu telefonicznego

Celem pomiarów ruchu telefonicznego jest zarówno bieżąca kontrola jakości załatwiania ruchu w eksploatowanych centralach telefonicznych, jak i zbieranie informacji statystycznych do wykorzystania tych danych przy projektowaniu nowych obiektów telekomunikacyjnych. W ostatnich latach rozważa się również w ramach prac Komisji XIII CCITT /2/ możliwość wykorzystania pomiarów ruchu do dokonywania zmian w kierowaniu ruchu. Niezależnie od bezpośrednich potrzeb eksploatacyjnych, prowadzenie danych statystycznych o ruchu oceniane jest jako istotny czynnik dalszego rozwoju teorii ruchu /3/. Rozszerzający się zasięg automatyzacji ruchu telefonicznego dalekosiężnego stwarza potrzeby uzyskania znacznie bogatszego materiału statystycznego, niż było to potrzebne dla eksploatacji automatycznych central miejscowych. Przy projektowaniu takie trudne do przewidzenia czynniki, jak wahania ruchu telefonicznego, zachowanie się użytkowników w warunkach wystąpień natłoku, wymagają obecnie zebrania informacji statystycznych w o wiele szerszym zakresie, niż było to potrzebne w prze-



szłości dla prawidłowego projektowania i eksploatacji urządzeń telefonicznych, gdy zasięg automatyzacji był ograniczony.

Wymaganie lepszego dopasowania urządzeń telefonicznych do rzeczywistych potrzeb ruchowych dotyczy wszystkich płaszczyzn sieci telefonicznych, ponieważ nie można pogodzić się z sytuacją, w której połączenia zestawiane przez sieć międzynarodową są tracone na skutek niezadowalającej jakości załatwiania ruchu telefonicznego przez odcinki sieci krajowej. Należy więc liczyć się z koniecznością zintensyfikowania obserwacji ruchu we wszystkich płaszczyznach sieci telefonicznych, chociaż o różnym zakresie w każdej z tych płaszczyzn.

Wybór parametrów ruchu, które należy ustalić na podstawie pomiarów, wymagany okres obserwacji do ich określenia oraz wymagana dokładność ich oszacowania zależą mniej lub bardziej bezpośrednio od przyjętych kryteriów oceny jakości załatwiania ruchu. Dotychczasowy sposób postępowania, według którego jedynym kryterium oceny jakości załatwiania ruchu jest ocena wielkości strat ruchu /albo czasu opóźniania obsługi zgłoszeń/ na podstawie pomiarów średniego natężenia ruchu za okres obserwacji kilku czy kilkunastu GNR, jest obecnie krytykowany jako niezadowalający.

Zagadnienie modyfikacji, a właściwie uzupełnienia tego kryterium, i związane z nim zagadnienie wyboru parametrów, które należałoby mierzyć w celu bardziej precyzyjnej oceny jakości załatwiania ruchu, są obecnie przedmiotem intensywnych studiów na terenie międzynarodowym. Wyniki tych studiów postawią zapewne nowe wymagania przed dziedziną pomiarów ruchu telefo-

nicznego, jak i zapewne sprecyzują wielkości i parametry, których pomiar będzie niezbędny dla dokonania oceny.

Poszukiwanie nowych kryteriów oceny załatwiania ruchu wiąże się z dążeniem do możliwie oszczędnego ustalania ilościowego wyposażenia kosztownych relacji dalekosiężnych przy zachowaniu odpowiedniego poziomu jakości załatwiania ruchu. Jednym z warunków osiągnięcia tego celu jest zdobycie pełniejszych informacji o zjawisku wahań ruchu telefonicznego. W konsekwencji jednym z istotnych wymagań stawianych obecnie przed pomiarami ruchu jest zebranie możliwie pełnych informacji o zachowaniu się ruchu telefonicznego w ciągu długich okresów, np. 1 roku. Jest więc pożądane, aby pomiary ruchu zwłaszcza na wiązkach łącz międzynarodowych, były wykonywane systematycznie przez długie okresy. Rzuca to na metody pomiarowe i oznacza, że w wyniku pomiarów gromadzona będzie duża ilość danych, których zbieranie, obróbka i przechowywanie dotychczasowymi metodami wymagałyby zbyt dużego nakładu pracy ludzkiej. Równocześnie jednak rozwój elektronicznych maszyn cyfrowych stworzył warunki do przerzucenia pracochłonnej analizy wyników pomiarów ruchu na maszyny.

Ten kierunek w dziedzinie pomiarów ruchu eliminuje stosowane od lat dawne metody i urządzenia pomiarowe ruchu telefonicznego, zapewniające odczyt na licznikach telefonicznych lub erlan-gomierzach na rzecz takich urządzeń, które umożliwią bezpośrednie wykorzystanie ETO.

### 5.1.2. Wymagania stawiane współczesnym urządzeniom do pomiarów ruchu telefonicznego

Sprecyzowanie zadań stawianych obecnie pomiarom ruchu, jak również analiza stosowanych za granicą metod pomiarowych, łącznie z doświadczeniem zebrany w trakcie badań eksploatacyjnych urządzeń do pomiarów ruchu produkcji krajowej, pozwalają na sformułowanie ogólnych wymagań stawianych urządzeniom do pomiaru natężenia ruchu:

- 1/ urządzenia do pomiarów natężenia ruchu powinny być możliwie proste i łatwe do zainstalowania również w pracujących już centralach telefonicznych,
- 2/ dokładność pomiaru poszczególnych wartości chwilowych natężeń ruchu powinna w możliwie najmniejszym stopniu zależeć od ogólnej liczby organów w wiązce,
- 3/ urządzenia powinny zapisywać wyniki w formie nadającej się do obróbki za pomocą maszyn matematycznych, przy czym powinno być umożliwione dokonanie tego zapisu albo bezpośrednio w centrali, albo w odległym centrum pomiarów ruchu z ewentualną wstępną obróbką /redukcją danych/ dokonywaną bezpośrednio w centrali,
- 4/ powinna istnieć możliwość zdalnego sterowania z centrum pomiarowego urządzeń pomiarowych zainstalowanych w poszczególnych centralach,
- 5/ należy dążyć do rozwiązań technicznych urządzeń pomiarowych w oparciu o takie metody, przy których wzrost kosztu pomiarów wzrasta minimalnie przy wzroście okresu obserwacji,

- 6/ urządzenia powinny umożliwiać pomiar dowolnej wielkości charakteryzującej ruch telefoniczny, jeśli tylko wielkość ta da się zaliczyć do jednej z klas omawianej w pkt. 2 klasyfikacji.

W niedalekiej przyszłości należy liczyć się z intensyfikacją pomiarów ruchu we wszystkich płaszczyznach sieci telefonicznych. Bardzo istotne jest więc opracowanie właściwej organizacji pomiarów i środków technicznych umożliwiających realizację takiej organizacji.

#### 5.1.3. Organizacja pomiarów ruchu w stanie przejściowym i docelowym - zagadnienie centralizacji gromadzenia i obróbki danych

Poprawna organizacja pomiarów powinna się odznaczać:

- 1/ minimalnym zaangażowaniem personelu central w proces wykonywania pomiarów,
- 2/ dążeniem do maksymalnego upraszczania urządzeń pomiarowych instalowanych w poszczególnych centralach telefonicznych,
- 3/ dążeniem do redukcji rejestrowanych w sposób trwały wyników pomiarów do niezbędnego minimum,
- 4/ możliwością łatwego dostępu do odpowiednio posegregowanego materiału statystycznego.

Dla spełnienia podanych warunków wydaje się najwłaściwsze w obecnym stanie techniki dążenie do scentralizowania pomiarów ruchu. Przy takiej koncepcji centra pomiarów ruchu zorganizowane przy ośrodkach eksploatacji technicznej, obsługujących np. stre-

fy numeracyjne, przejęłyby na siebie wszelkie czynności związane z planowaniem i przeprowadzaniem pomiarów oraz obróbką i przechowywaniem danych w celu wykorzystania ich w bieżącej eksploatacji /ewentualne przegrupowania w centrali/, jak również przy planowaniu rozbudowy sieci /dane wyjściowe dla projektowania nowych obiektów/.

Ten stan docelowy organizacji pomiarów ruchu wymaga już obecnie rozpoczęcia w kraju odpowiednich studiów, w wyniku których dokonano by ostatecznego wyboru obserwowanych wielkości, częstości, zakresu i czasu trwania przeprowadzania systematycznych okresowych pomiarów, warunków przeprowadzania pomiarów doraźnych, zasad gromadzenia, obróbki, segregacji, przechowywania i wydawania danych.

Tak szeroko zakrojone badania, przy niewielkich doświadczeniach zagranicznych w tym zakresie, wymagają kilkuletniego okresu.

Niesłuszne wydaje się przy tym, aby do czasu zakończenia tych badań wstrzymać się z opracowywaniem technicznych środków pomiarowych instalowanych w centralach telefonicznych, gdyż uniemożliwiłoby to w ciągu kilku lat uzyskiwanie jakichkolwiek informacji o kształtowaniu się ruchu w centralach i sieci krajowej. Jedynym poprawnym rozwiązaniem jest konstruowanie urządzeń pomiarowych w sposób możliwie elastyczny, tak aby mogły one odpowiadać zarówno obecnym, jak i perspektywicznym potrzebom. W związku z tym wprowadzane do produkcji urządzenia pomiarowe powinny charakteryzować się:

- możliwością dostosowania do pomiarów parametrów należących do klas omawianych w punkcie 5.2.,

- możliwością wydawania wyników w formie umożliwiającej rejestrację dla bezpośredniego odczytu lub rejestrację w formie umożliwiającej obróbkę maszynową /np. taśma perforowana/ oraz możliwością przekazywania wyników do odległego centrum łatwo dostępnymi środkami transmisyjnymi.

Takie postępowanie umożliwi zaspokojenie bieżących potrzeb w dziedzinie pomiarów oraz zapewni możliwość stopniowego przechodzenia do fazy docelowej, jaką jest centralizacja pomiarów, współbieżnie z krystalizującą się z biegiem lat pełną koncepcją pomiarów ruchu w sieci krajowej.

Przedstawiony pogląd stanowi jedno z podstawowych założeń prac na konstrukcję aparatury pomiarowej wielkości charakteryzujących ruch telekomunikacyjny, prowadzonych w Instytucie Teleelektroniki Politechniki Warszawskiej w ramach problemu węzłowego.

## 5.2. Klasyfikacja wielkości charakteryzujących ruch telefoniczny poddawanych bezpośredniej obserwacji i tworzenie wielkości pochodnych

### 5.2.1. Proponowana klasyfikacja wielkości poddawanych bezpośrednim pomiarom

Uwzględniając naszkicowaną w rozdziale 1 aktualną sytuację w zakresie potrzeb; związanych z pomiarami parametrów ruchu telefonicznego; celowe jest dokonanie pewnego podziału wielkości ruchowych, jakie powinny być poddawane obserwacji - podziału uwzględniającego istotne z punktu widzenia metodyki pomiarów

związki zachodzące pomiędzy charakterem mierzonych wielkości a techniką realizacji urządzeń pomiarowych.

Systematyka taka wyłoniła się w trakcie prac badawczych prowadzonych przez Instytut Teleelektroniki Politechniki Warszawskiej, dotyczących pomiarów ruchu telefonicznego.

Punktem wyjścia do jej opracowania była potrzeba zapewnienia konkretnych wytycznych do projektowania urządzeń do obserwacji wielkości charakteryzujących ruch telefoniczny w sytuacji, gdy, jak wspomniano poprzednio, brak jeszcze szczegółowych ustaleń, jakie to konkretne wielkości powinny stanowić podstawę do oceny jakości załatwiania ruchu telefonicznego.

Zgodnie z tą systematyką wielkości ruchowe poddawane obserwacji można podzielić na trzy klasy:

- Klasa I - liczba określonych zdarzeń ruchowych w okresie obserwacji /np. liczba wywołań przyjętych do obsługi, liczba połączeń trafiających na natłok itp./,
- Klasa II - ładunek ruchu określonego rodzaju przepływający w okresie obserwacji /np. ładunek ruchu załatwianego przez wiązkę łączy, ładunek ruchu efektywnego, tj. spowodowanego zrealizowanymi połączeniami telefonicznymi, ładunek ruchu spowodowany rozmowami itp./,
- Klasa III - sumaryczny czas trwania określonego stanu zajętości łączy w okresie obserwacji /np. całkowity brak łączy w danym kierunku, natłok czasowy/.

Budowa takich urządzeń pomiarowych, które można by już w trakcie eksploatacji przystosować do obserwacji wielkości obję-

tych wspomnianymi klasami, umożliwiałyby wyjście naprzeciw wymaganiom bazowania oceny jakości załatwiania ruchu nie na jednym jak dotychczas, lecz kilku parametrach, pomimo że parametry te nie są jeszcze dziś precyzyjnie określone.

### 5.2.2. Parametry pochodne - wskaźniki syntetyczne

Warto również zwrócić uwagę, że na drodze obliczeń można na podstawie obserwowanych różnych wielkości objętych tymi klasami uzyskiwać wielkości pochodne, jak na przykład: średni czas trwania połączenia / wyliczony na podstawie pomiaru ładunku ruchu załatwianego i liczby przyjętych do obsługi wywołań/ oraz średni czas rozmowy itp.

Interesująca jest również możliwość uzyskiwania wskaźników umożliwiających syntetyczną ocenę załatwiania ruchu przez obserwowaną wiązkę łączy, tzw. wskaźników sprawności użytecznej. Zagadnienie to zasługuje na szersze omówienie.

Trudność dokonania ogólnej oceny jakości usługowej, w sposób odpowiadający odczuciom abonentów, polega na tym, że subiektywne poczucie rozmiarów niedogodności, jaką dla abonenta stanowi napotkanie zakłóceń, należących do jednej z tych kategorii, jest różne dla każdej kategorii. Nawet w obrębie jednak kategorii zakłóceń stwierdza się znaczne rozbieżności pomiędzy "wagą" należących do niej różnych zakłóceń. Między innymi to właśnie trudność powoduje, iż najczęściej w eksploatacji nie dokonuje się takiej ogólnej oceny, poprzestając na ocenie fragmentów zjawiska, dokonanej na podstawie analizy miary jakości załatwiania ruchu oraz wskaźników sprawności, dających się jednoznacznie określić, zmierzyć i porównać.



Wśród rozmaitych wskaźników sprawności na uwagę zasługuje następujący zestaw zaproponowany w 1972 r. w pracy Instytutu Łączności pt. "Ustalenie metodyki pomiarów ruchu...":

- użyteczna sprawność połączeń  $\eta_v = \frac{C_r}{C_o}$

gdzie  $C_r$  = liczba połączeń, w których abonent B odezwał się,

$C_o$  = ogólna liczba połączeń poddanych obserwacji.

Na liczbę zakłóceń  $C_z = C_o - C_r$  składają się tu wszelkiego rodzaju zakłócenia wynikłe z braku wyposażenia, usterek technicznych i z winy abonentów;

- techniczna sprawność połączeń  $\eta_r$ , wyrażona za pomocą takiego samego wzoru, z tym że określona na podstawie połączeń próbnych generowanych przez automaty, a więc pomijająca wpływ czynnika ludzkiego i zajętości łączy abonenckich,

- sprawność ruchowa  $\eta_R = \frac{Y_{rozm}}{Y_{zał}}$

gdzie  $Y_{rozm}$  - ładunek ruchu załatwionego zużyty na rozmowy,

$Y_{zał}$  - całkowity ładunek ruchu załatwionego.

Współczynnik ten określa użyteczną część ładunku ruchu załatwionego, a więc część zużytą na rozmowy i opłaconą przez abonenta.

Wydaje się, iż w świetle ostatnich tendencji należałoby zaproponować niewielką modyfikację tych wskaźników, przekształcając je na wskaźniki wadliwości  $\omega$ , gdzie  $\omega = 1 - \eta$ , w wyniku czego otrzymalibyśmy np.:

$$\omega_u = \frac{C_z}{C_o}$$

Zmiana ta ma jednak znaczenie bardziej psychologiczne niż techniczne.

Obecnie zajmiemy się zagadnieniem, w jakim stopniu produkowana za granicą aparatura pomiarowa odpowiada scharakteryzowanym tu potrzebom. Najdogodniej przegląd taki przeprowadzić w oparciu o omówioną w niniejszym rozdziale klasyfikację.

### 5.3. Przegląd urządzeń pomiarowych stosowanych za granicą

Urządzenia pomiarowe przeznaczone do obserwacji wielkości ruchowych, należących do poszczególnych klas, są znacznie zróżnicowane zarówno pod względem parametrów eksploatacyjnych, jak też konstrukcji. Stan techniki światowej w zakresie takich urządzeń zostanie krótko scharakteryzowany na przykładzie mierników stosowanych m.in. we Francji i w Szwecji, tj. krajów europejskich produkujących w tej dziedzinie.

#### 5.3.1. Urządzenia pomiarowe wielkości należących do klasy I

Najprostszymi urządzeniami do rejestracji zdarzeń ruchowych w okresie obserwacji są elektromechaniczne liczniki impulsów elektrycznych, znane w centralach telefonicznych pod nazwą liczników statystycznych. Ze względu na prostotę budowy i niewielki koszt liczniki statystyczne są od dawna szeroko stosowane w centralach telefonicznych wszystkich typów /poza elektronicznymi/. Są one również używane w centralach krzyżowych Pentaconta, gdzie za ich pomocą rejestruje się takie zdarzenia, jak: liczba przypadków wzięcia do pracy poszczególnych zespołów, liczba

przypadków wystąpienia natłoku, liczba przypadków wywołań zestawionych kompletnie przez każdy z cechowników itp.

Liczniki statystyczne są zazwyczaj montowane na stałe na ramach tzw. stojaków utrzymania w centrali. Używa się także przenośne skrzynki z kilkudziesięcioma licznikami, przyłączane za pomocą wtyku do łączówki na stojaku, gdzie są zainstalowane organy, które mają być poddane obserwacji.

Mimo niewątpliwych zalet, wynikających z prostoty budowy, liczniki statystyczne sprawiają w eksploatacji nowoczesnych systemów central coraz większy kłopot ze względu na konieczność bezpośredniego, naocznego odczytu wyników, co jest pracochłonne /zwłaszcza w CA niedozorowanych/ i powoduje pomyłki.

Dlatego też w ostatnich latach zarysowują się tendencje zmierzające do rejestracji liczby zdarzeń ruchowych za pomocą automatycznych urządzeń umożliwiających wydruk i perforację wyników na taśmie papierowej.

Do takich urządzeń należy 64-kanalowy rejestrator zdarzeń /np. liczby przypadków zajęcia danego zespołu sterującego, przypadków nachodzenia na natłok w danej wiązce łączy - tzw. natłok zgłoszeń itp./ opracowany we Francji dla potrzeb central Pentaconta.

Koncepcja rozwiązania tego urządzenia jest oparta na zasadzie szybkiego cyklicznego przepatrywania 64 wejść i wykrywania pojawiających się na nich impulsów, reprezentujących obserwowane zdarzenia ruchowe. Po zmagazynowaniu uzyskanych w ten sposób danych w elektronicznej pamięci rejestratora następuje częściowe ich przetworzenie i wyprowadzenie na taśmę papierową w postaci gotowych wyników za pewien odcinek okresu obserwacji.

Innym urządzeniem do rejestracji zdarzeń ruchowych, wprowadzanych obecnie w centralach telefonicznych sieci paryskiej, jest elektroniczne urządzenie do rejestracji wywołań w określonych kierunkach, współpracujące z perforatorem taśmy papierowej /Facit/. Urządzenie to wykorzystywane jest przede wszystkim do określenia rozplywu ruchu w sieci wielocentralowej. Rejestracji podlega więc prefiks BPQ<sup>x/</sup> /albo wskaźnik międzynarodowy czy międzymiastowy/ każdego przyjętego do obsługi wywołania. Dane dotyczące prefiksu BPQ dostarczane z translatora zostają zmagazynowane w pamięci rejestratora, a następnie - po uzupełnieniu numerem translatora, który obsługiwał dane wywołanie i po zakodowaniu - wyprowadzane do dziurkarki i rejestrowane na papierowej taśmie w celu obróbki maszynowej.

### 5.3.2. Urządzenia pomiarowe wielkości należących do klasy II

Istnieje wiele rodzajów urządzeń do pomiaru ładunku ruchu przepływającego w okresie obserwacji. Różnią się one między sobą ze względu na:

a/ metodę pomiaru, którą charakteryzuje:

- zasada wyboru wielkości poddawanej bezpośredniej obserwacji /obserwacja liczby jednocześnie zajętych albo jednocześnie wolnych organów/, dla określenia ładunku czy też natężenia ruchu załatwionego,

---

<sup>x/</sup> W sieci paryskiej wskaźnik BPQ określa centralę /jednostkę 10.000 NN/, do której kierowane jest wywołanie.

- analogowy albo dyskretny sposób detekcji wartości mierzonej wielkości,
  - ciągłość pomiaru /ciągły pomiar ładunku ruchu albo cykliczne pobieranie próbek mierzonej wielkości/,
- b/ sposób wstępnej obróbki i rejestracji wyników uzależniony od tego, czy:
- urządzenie jest wyposażone jedynie w proste mechaniczne liczydło,
  - urządzenie ma własną, mniej lub bardziej rozbudowaną pamięć operacyjną, umożliwiającą magazynowanie wyników i wyprowadzenie ich na taśmę papierową w odpowiednim cyklu /np. co 15 minut/ za pomocą dalekopisu czy dziurkarki.
- Ten drugi sposób na ogół umożliwia również odczyt zdalny i rejestrację wyników np. w centrum eksploatacji technicznej danej sieci telefonicznej;
- c/ wartości podstawowych parametrów miernika:
- pojemność pomiarowa miernika określona jako iloczyn liczby wiązek pomiarowych i liczby organów w wiązce,
  - dokładność techniczna układu pomiarowego miernika określona /dla mierników analogowych/ przez błąd pomiaru dokonanego na wzorcowym oporniku pomiarowym, symulującym wypadkową oporność grupy rzeczywistych oporników pomiarowych,
  - czas cyklu pomiarowego /dla mierników wykonujących pomiar metodą próbkowania/,

d/ dodatkowe możliwości eksploatacyjne takie, jak:

- samoczynne przepatrywanie punktów pomiarowych przed rozpoczęciem pomiaru w celu ustalenia liczby niezablokowanych organów,
- sygnalizacja stanów specjalnych, takich np. jak natłok, przerwa lub zwarcie w którymś z obwodów pomiarowych, uszkodzenie miernika itp.,
- programowanie cyklu pomiarów /wybieranie wiązek pomiarowych, ustalanie czasu cyklu, czasu trwania pomiarów, poziomów krytycznych dla sygnalizacji stanu zbliżania się do natłoku itp./,

e/ rodzaj podstawowych elementów użytych do budowy miernika -

- przekaźniki, elementy półprzewodnikowe, magnetyczne itd.

Do mierników ruchu starej konstrukcji zaliczamy przede wszystkim urządzenia wymagające naocznego, bezpośredniego odczytu wyników, takie np. jak erlangomierze oparte na zasadzie działania licznika energii elektrycznej prądu stałego lub szwedzkie czy francuskie /DRTR/ mierniki mające układ pomiarowy działający na zasadzie równoważenia mostka, którego jedną gałąź stanowią równolegle połączone rezystory pomiarowe zespołów połączeniowych obserwowanej wiązki.

Ze względu na przestarzałą konstrukcję i niezadowalające już obecnie parametry mierniki te nie będą szerzej opisywane.

Warto natomiast scharakteryzować nieco dokładniej jedno z nowoczesnych urządzeń do pomiaru ładunku ruchu, takich jak francuski miernik ruchu typ "Clemessy" czy szwedzki MET-2.

Elektroniczny miernik natężenia ruchu telefonicznego typ "Cle-

"messy" jest przeznaczony do jednoczesnej obserwacji ruchu na 62 wiązkach o maksymalnej liczbie 100 organów w wiązce, a więc o całkowitej pojemności pomiarowej równej  $62 \times 100 = 6200$  organów. Mimo iż jest to pojemność zaliczana do dużych, nie zawsze okazuje się wystarczająca i wtedy trzeba większe centrale wyposażać w kilka takich urządzeń /dwa, trzy lub cztery/.

W mierniku "Clemessy" można wyróżnić 6 podstawowych podzespołów:

- przepatrywacz /elektroniczny komutator kanałów pomiarowych/ ,
- przekaźnik analogowo-cyfrowy,
- elektroniczna pamięć operacyjna,
- układ sterowania i synchronizacji przebiegów,
- drukarka,
- perforator.

Zasada działania miernika polega na cyklicznym pomiarze wartości chwilowej natężenia ruchu w każdej wiązce /cykl pomiarowy 3,6 s/, sumowaniu uzyskiwanych w ten sposób wyników za cały okres obserwacji /15 min, 30 min lub 1 godz./, a następnie wyprowadzenie wyniku ostatecznego stanowiącego średnie natężenie ruchu w okresie obserwacji. Łącznie z wynikiem rejestracji podlega numer wiązki /wejścia pomiarowego/, której ten wynik dotyczy.

Pomiar wspomnianych wartości chwilowych natężenia ruchu jest wykonywany metodą analogowo-cyfrową, wykorzystującą przetwornik oparty na zasadzie "równoważenia" rezystancji zastępczej obwodu pomiarowego /utworzonego z równolegle połączonych rezystorów instalowanych w organach połączeniowych/, przez ko-

lejne podstawianie odpowiedniego zestawu oporników porównawczych, wchodzących w skład przetwornika analogowo-cyfrowego. W trakcie tego rozważania generowane są impulsy elektryczne, za pomocą których określona zostaje liczba jednocześnie zajętych organów danej wiązki w chwili wykonywania pomiaru. Użyte w ten sposób wartości chwilowe, dotyczące poszczególnych wiązek, magazynuje się /z jednoczesnym sumowaniem/ w komórkach pamięci, których liczba odpowiada liczbie obserwowanych jednocześnie wiązek. Po zakończeniu obserwacji wyprowadza się wyniki uśrednione za okres obserwacji.

Innym nowoczesnym miernikiem ruchu, wykorzystującym analogową metodę pomiaru liczby jednocześnie wolnych zespołów połączeniowych, jest elektroniczny miernik ruchu MET-2 opracowany przez firmę L.M. Ericsson.

Pojemność pomiarowa miernika MET-2 wynosi 15.000 organów /250 wiązek po 60 organów w wiązce/, a więc jest przeszło dwukrotnie większa od pojemności miernika "Clemessy" opisanego poprzednio. Na uwagę zasługuje fakt, iż każda z wiązek pomiarowych w mierniku MET-2 jest podzielona na 2 grupy po 30 punktów pomiarowych, przy czym dla każdej takiej grupy 30-punktowej odbywa się osobny pomiar w każdym cyklu pomiarowym, po czym następuje sumowanie i zapamiętanie wyniku dla całej wiązki. Jest to wyraz trudności, na jakie trafia konstruktor miernika ruchu, chcąc zapewnić jednocześnie dużą dokładność techniczną układu pomiarowego, dużą liczbę łączy w wiązce, możliwie dużą liczbę wiązek i krótki czas cyklu pomiarowego; są to bowiem wymagania wzajemnie sprzeczne. Spełnienie ich przy zachowaniu tradycyjnego - równoległego - ukształtowania wiązki oporników pomia-



rowych prowadzi nieuchronnie do komplikacji układu logicznego w mierniku ruchu.

Czas cyklu pomiarowego w mierniku MET-2 wynosi 4,5 s. Wyprorowadzenie uśrednionej wartości natężenia ruchu na taśmę papierową następuje co 3 min, co 25 min albo co godzinę - stosownie do informacji zawartych w programie pomiarów.

Za pomocą przycisków na tablicy manipulacyjnej zaprogramować można również datę i godzinę przeprowadzania pomiarów.

Miernik MET-2 podobnie jak "Clemessy" jest urządzeniem przenośnym. Ma własny system alarmowy uwzględniający takie przypadki, jak: zwarcie obwodu pomiarowego, spalenie bezpiecznika, brak taśmy papierowej w dziurkarce.

### 5.3.3. Urządzenie pomiarowe wielkości należących do klasy III

Wielkości należące do klasy III są obserwowane w znanych rozwiązaniach zagranicznych za pomocą liczników elektromechanicznych, rejestrujących czas trwania stanu natłoku na danej wiązce za pomocą impulsów generowanych w określonym rytmie (np. 0,5/0,5 s). Obwody pomiarowe dla tego rodzaju obserwacji są najczęściej związane z przelicznikami w centralach międzymiastowych.

Brak w literaturze informacji na temat rozwiązań umożliwiających rejestrację tego rodzaju wielkości w sposób pozwalający na obróbkę maszynową wiąże się zapewne ze znacznymi trudnościami technicznymi, jeśli zważyć, że czas cyklu próbkowania do wykrycia ewentualnego natłoku musiałby być bardzo krótki.

#### 5.4. Kierunki prowadzonych w kraju prac w dziedzinie metod i urządzeń do pomiarów ruchu telekomunikacyjnego

##### 5.4.1. Charakterystyka ogólna prowadzonych prac

W okresie powojennym do początku lat sześćdziesiątych w kraju przywiązywano stosunkowo małe znaczenie do automatyzacji i zwiększenia zakresu pomiarów ruchu telefonicznego. Było to wynikiem zarówno pilniejszych potrzeb wynikających z odbudowy i rozbudowy krajowej sieci telefonicznej, jak i w pewnym stopniu niedoceniań potrzeby systematycznych pomiarów dla bieżącej eksploatacji, a tym bardziej prognozowania rozwoju ruchu. Poważny procent wykonywanych pomiarów ograniczał się wyłącznie do pomiarów wartości średniej natężenia ruchu, a stosowane metody pomiaru bazowały w najlepszym razie na takich urządzeniach, jak erlangomierz, czy MOŁ<sup>x/</sup>, najczęściej jednak na tzw. "technice naocznej", polegającej na cyklicznym zliczaniu przez człowieka liczby znajdujących się w stanie zajęcia organów i notowania wyników na kartce. Ten stan techniki pomiarowej zmuszał do poważnego ograniczenia "próbki statystycznej" uzyskiwanej w trakcie wyników obserwacji, co oczywiście rzutowało na dokładność uzyskiwanych wyników, nie mówiąc już o błędach wprowadzonych przez tzw. czynnik ludzki.

Dopiero w połowie lat sześćdziesiątych przemysł krajowy wprowadził do produkcji urządzenie o nazwie "Recorder", które mimo

---

<sup>x/</sup> Miernik obciążenia łączy abonenckich z odczytem wyników na licznikach elektromechanicznych.

swych wad miało tę poważną zaletę, że pozwoliło wyeliminować naoczną metodę pomiaru. Urządzenie to umożliwiło rejestrację danych wyłącznie na licznikach elektromechanicznych, co ograniczało rozszerzenie zakresu pomiarów na długie okresy obserwacji i maszynową obróbkę wyników, jak również wykluczało możliwość przyszłościowej ewentualnej centralizacji pomiarów.

Z tych powodów resort łączności wyszedł naprzeciw powstałej w tym czasie w ówczesnej Katedrze Telekomutacji /obecnie Zespół Telekomutacji IT PW/ inicjatywie opracowania urządzeń pomiarowych ruchu dostosowanych do rozwijających się możliwości obróbki wyników za pomocą ETO.

W związku z podjęciem tej problematyki w Katedrze Telekomutacji podjęte zostały prace nad pewnymi zagadnieniami teoretycznymi rzutującymi w istotny sposób na wybór metody i technicznej realizacji urządzeń pomiarowych. Objętość niniejszego artykułu pozwala jedynie wymienić kierunki prac kontynuowanych obecnie przez IT PW w tej dziedzinie i krótką charakterystykę niektórych z tych kierunków. Kierunki te są następujące:

1. systematyczne studia literatury z dziedziny teorii i techniki pomiarów ruchu, zasad gromadzenia obróbki i przechowywania wyników,
2. określenie wymaganej dokładności pomiarów ruchu telefonicznego i wnioski do realizacji technicznej urządzeń pomiarowych, planowania oraz przeprowadzania pomiarów,
3. możliwości zwiększenia technicznej dokładności pomiaru na drodze wyboru wielkości poddawanej bezpośredniej obserwacji,

4. analiza i wybór technicznej metody pomiaru natężenia ruchu i natłoku z analogowym kryterium odczytu,
5. opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej i wykonanie w IT PW 20 szt. serii informacyjnej urządzeń do pomiarów natężenia ruchu i natłoku o symbolu AMR i AMR-3k,
6. opracowanie wymagań eksploatacyjnych i modelu użytkowego urządzenia o nazwie WMR umożliwiającego pomiar dowolnych wielkości charakteryzujących ruch, dających się zakwalifikować do trzech poprzednio oznaczonych klas,
7. opracowanie koncepcji urządzenia, o którym mowa w pkt. 5, w oparciu o elementy elektrochemiczne,
8. opracowanie koncepcji modelu analizatora ruchu dla badań zjawiska wahań ruchu telefonicznego.

Niezależnie od prac prowadzonych w IT PW i skoncentrowanych głównie na zagadnieniach techniki pomiarowej, w początku lat siedemdziesiątych podjęto w IŁ próbę opracowania metodyki pomiarów ruchu. Opracowanie to, jakkolwiek jeszcze formalnie nie zatwierdzone i nie stanowiące obowiązujących wytycznych w tej dziedzinie, powinno stanowić punkt wyjścia do dalszych prac na temat zakresu i organizacji pomiarów. Koordynację podtematu problemu węzłowego dotyczącego tej dziedziny prowadzi obecnie Instytut Łączności, oddział w Gdańsku.

#### 5.4.2. Określenie wymaganej dokładności pomiarów ruchu i wnioski do realizacji technicznej urządzeń pomocniczych oraz planowania i przeprowadzania pomiarów

Zapewnienie wartościowego materiału statystycznego dla poprawnego wnioskowania o wyposażeniu ilościowym odcinków dróg połączeniowych centrali i wiązek łączy międzycentralowych wymaga sprecyzowania pojęcia wymaganej dokładności i określenia warunków pomiaru mających wpływ na uzyskanie z góry założonego poziomu wymaganej dokładności. W wyniku prowadzonych w IT PW prac proponuje się uzależnić postulowany poziom wymaganej dokładności od dopuszczalnej pomyłki w ocenie wyposażenia spowodowanej błędem pomiaru, którego głównym źródłem jest statystyczny charakter zjawiska poddawanego pomiarom w ograniczonym z natury rzeczy /najczęściej ze względów ekonomicznych/ okresie obserwacji.

Nie wdając się w szczegóły tego obszernego zagadnienia zwróćmy jedynie uwagę na wpływ, jaki wywiera na dokładność wyników odstęp próbkowania i okres obserwacji. Uwidoczniono to na przytoczonych za Hayvardem wykresach /rys. 14 i 15/. Pomimo, że wykresy te są graficznym przedstawieniem wzorów wyprowadzonych przy pewnych założeniach upraszczających model matematyczny zjawiska /np. założenie o nieograniczonej liczbie łączy w wiązce/, to jednak dają one pogląd, w jaki sposób powinny być wykonywane pomiary na wiązkach łączy o różnej pojemności i przy różnych odstępach próbkowania.

Studia literatury i własne prace IT PW na temat zagadnienia dokładności pomiarów prowadzą do następujących wniosków mają-

cych znaczenie przy formułowaniu wymagań na urządzenia pomiarowe natężenia ruchu, planowania pomiarów i ich przeprowadzania. Wnioski te są następujące:

1. Wymaganą dokładność pomiarów ruchu proponuje się ustalać w oparciu o kryterium wykorzystania ich wyników. Takim kryterium może być niedopuszczenie do pomyłki w ocenie ilościowego wyposażenia wiązki łączy o większej niż z góry określona liczba organów połączeniowych. Pomiary powinny być więc wykonywane z taką dokładnością, która zapewni spełnienie tego warunku. Łatwo sprawdzić /korzystając np. z tablic do określania wyposażenia opartych na wzorze Erlanga/, że przy założeniu tego samego poziomu dopuszczalnej pomyłki /np.  $0 \pm 1$  organ połączeniowy/ pomiary dla wiązek o małej pojemności /rzędu 10 łączy/ mogą być wykonywane /przy przyjęciu wspomnianego kryterium/ z mniejszą dokładnością niż dla wiązek dużych /np. 100 łączy/.
2. Na dokładność wynikową pomiaru mają wpływ: średnia wartość natężenia ruchu poddawanego pomiarom /a więc pośrednia wielkość wiązki/, średni czas zajęcia organów, odstęp próbkowania i okres obserwacji. Z wielkości tych tylko dwie ostatnie mogą być ustalone przez wykonującego pomiar. Ponieważ pomiarom poddawane są wiązki łączy o różnych średnich czasach zajęcia zespołów /zawierających się w granicach od kilku do kilkuset sekund/, pożądane jest, aby urządzenia pomiarowe zapewniały możliwość wyboru odstępu próbkowania w szerokich granicach, tak aby odstęp ten był współmierny ze średnim czasem zajęcia organów obserwowanych wiązek.

3. Przy planowaniu pomiarów /wyznaczanie okresu obserwacji np. liczby GNR, w ciągu których należy powtarzać pomiary/ należy uwzględnić, że określony poziom dokładności wyników pomiarów można uzyskać /por. wykresy/ w krótszym okresie obserwacji dla wiązek dużych niż dla wiązek małych. Biorąc jednak pod uwagę, że /por. wniosek 1/ dokładność wymagana dla wiązek małych może być ustalona na niższym poziomie niż dla wiązek dużych, można wyznaczyć dla konkretnego przypadku optymalny okres obserwacji, co jest istotne, gdy za pomocą tego samego urządzenia pomiarowego poddawane są pomiarom wiązki o różnej wielkości /liczebności/.

W oparciu o te spostrzeżenia, na tle analizy zagadnienia dokładności, należałoby opracowywać instrukcje zawierające wytyczne dla przeprowadzających pomiary, jeśli zebrany materiał statystyczny ma być wartościowy dla poprawnego wnioskowania.

#### 5.4.3. Metoda zwiększenia dokładności technicznej pomiarów wartości średniej natężenia ruchu

Na dokładność wyników pomiarów natężenia ruchu telefonicznego ma wpływ szereg wspomnianych poprzednio czynników /źródło błędu/, jak długość okresu obserwacji, odstęp próbkowania, średni czas zajęcia organów itd. Niezależnie jednak od tych źródeł błędów o charakterze statystycznym, źródłem błędu o charakterze technicznym jest niedoskonałość przetwarzania wartości rezystancji zastępczej obwodu pomiarowego, odpowiadającego liczbie znajdujących się w stanie połączenia organów połączeniowych na rejestrowane wartości chwilowe natężenia ruchu.

W IT PW zaproponowano metodę mającą na celu zmniejszenie wpływu omawianego źródła błędu. Metoda ta jest oparta na następujących przesłankach.

Pomiary ruchu mające znaczenie dla wnioskowania o wyposażeniu wiązki powinny być wykonywane w czasie, gdy chwilowe wartości natężenia ruchu /a więc również i wartość średnia/ przyjmują wartości bliskie liczby łączy w wiązce  $N$ . Z drugiej strony jednak z właściwości tzw. opornościowych metod pomiaru wynika, że właśnie w zakresie dużych wartości natężeń chwilowych wzrasta błąd przetwarzania analogowo-cyfrowego - maleje tzw. dokładność techniczna pomiaru.

Aby pomiar był możliwie dokładny w zakresie, w którym jest to najbardziej istotne, proponuje się określenie wartości średniej natężenia ruchu w sposób pośredni. Sposób ten polega na poddawaniu bezpośredniej obserwacji jednocześnie wolnych, zamiast jak w dotychczasowej praktyce jednocześnie zajętych organów połączeniowych.

Przyjęcie jako bezpośrednio obserwowanej wielkości liczby jednocześnie wolnych organów połączeniowych do wyznaczania na tej podstawie wartości średniej natężenia ruchu będącej celem pomiaru prowadzi - przy stosowaniu metod pomiarowych o analogowym kryterium odczytu - do poprawy dokładności technicznej pomiaru. Pomiarowi poddawana jest w takim przypadku nie wartość średnia natężenia ruchu, lecz jej dopełnienie  $A'$ . Miarą dopełnienia wartości natężenia ruchu telefonicznego jest więc średnia liczba organów jednocześnie wolnych. Przez analogię do definicji wartości chwilowej natężenia ruchu, definiuje się dopełnienie wartości chwilowej natężenia ruchu:



"Dopełnienie wartości chwilowej natężenia ruchu jest to liczba jednocześnie wolnych organów w chwili  $t$  w danej wiązce  $N$  - łączowej".

Pomiędzy wartością chwilową natężenia ruchu  $x_t$ , jej dopełnieniem  $y_t$  i liczbą łączy w wiązce zachodzi związek wynikający bezpośrednio z definicji wartości chwilowej natężenia ruchu i definicji dopełnienia wartości chwilowej natężenia ruchu:

$$x_t + y_t = N$$

Wykażmy, że pomiędzy parametrami  $A$  i  $A'$  zachodzi również związek

$$A + A' = N$$

Korzystając z definicji średniego natężenia ruchu i jego dopełnienia otrzymujemy:

$$\frac{1}{T} \int_0^T x_t dt + \frac{1}{T} \int_0^T y_t dt = \frac{1}{T} \int_0^T N dt$$

a więc:

$$A + A' = N$$

Zależność ta uzasadnia poprawność wyboru parametru  $A'$  dla pośredniego określenia parametru  $A$ , gdy znana jest liczba łączy w wiązce  $N$ . Ze względu na wspomniane udogodnienia proponuje się, aby w nowo produkowanych urządzeniach przyjąć zasadę pomiaru dopełnienia ruchu  $A'$ . Warto zwrócić uwagę, że bardzo istotną rzeczą, obok poprawy dokładności technicznej w tym zakresie pomiarowym, w którym ma ona największe znaczenie /stan przecią-

żenia wiązki/, jest łatwość wykrywania natłoku wprost na drodze stwierdzenia wystąpienia stanu "zero organów wolnych", a więc natłok.

#### 5.4.4. Wybór technicznej metody pomiaru natężenia ruchu i natłoku

Większość zagranicznych rozwiązań urządzeń do pomiarów natężenia ruchu telefonicznego, które doczekały się masowego zastosowania, są to rozwiązania wykorzystujące tzw. analogowe kryterium odczytu. Polega ono na tym, że stan jednoczesnej zajętości pewnej liczby organów połączeniowych zamieniany jest na wartość rezystancji zastępczej obwodu pomiarowego proporcjonalną /lub prawie proporcjonalną/ do liczby jednocześnie zajętych organów. Rezystancja ta jest następnie odczytywana przez odpowiedni przetwornik analogowo-cyfrowy /np. woltomierz cyfrowy, mostek Wheastone'a/, a jej wartość rejestrowana po tym przetworzeniu jako liczba jednocześnie zajętych organów, a więc wartość chwilowa natężenia ruchu. Wartości te rejestrowane za okres obserwacji stanowią podstawę do określania wartości średniej natężenia ruchu.

Preferowanie metod z analogowym kryterium odczytu wiąże się ze zmniejszeniem okablowania w centrali w porównaniu z okablowaniem, jakiego wymagałoby praktyczne stosowanie metod z tak zwanym "cyfrowym kryterium odczytu", zwłaszcza że urządzenia pomiarowe często instalowane są w centralach już istniejących, gdzie wprowadzanie zasadniczych zmian w okablowaniu obwodów pomiarowych jest bardzo utrudnione i nieekonomiczne.

Stąd też, prace w IT PW nad miernikiem ruchu telefonicznego, odpowiadającym obecnym wymaganiom maszynowej obróbki wy-  
ników, prowadzone były przy założeniu analogowego kryterium od-  
czytu do uzyskania większej dokładności technicznej niż dokład-  
ność techniczna, możliwa do uzyskania przy pomiarach bezpośred-  
nich prowadzonych takimi metodami.

Poprawność określenia wartości natężenia ruchu w omawiany  
pośredni sposób można uzasadnić następująco.

Wartość średnia natężenia ruchu jest parametrem procesu sto-  
chastycznego. Parametr ten może być oszacowany pośrednio w o-  
parciu o oszacowanie wartości innego parametru wyznaczonego na  
podstawie danych, poddawanych bezpośrednim obserwacjom, o ile  
tylko istnieje związek, który umożliwiłby określenie wartości śred-  
niej natężenia ruchu w oparciu o bezpośrednie obserwacje innej  
wielkości. Parametrem, który spełnia podany warunek jest dopeł-  
nienie wartości średniej natężenia ruchu, którą to wielkość za-  
proponowano zdefiniować następująco:

"Dopełnienie wartości średniej natężenia ruchu telefonicznego za-  
łatwionego za pewien okres obserwacji  $T$  jest to średnia, za ten  
okres, liczba jednocześnie wolnych organów połączeniowych".

Ponieważ w koncepcjach przetworników analogowo-cyfrowych  
stosowanych w rozwiązaniach zagranicznych ujawniono szereg nie-  
dogodności, jak np. brak liniowej zależności w całym zakresie  
przetwarzania, wysoki koszt, konieczność częstych regulacji,  
opracowano oryginalną dla tego celu metodę przetwarzania zasto-  
sowaną następnie w produkowanych w serii informacyjnej mierni-  
kach AMR3 i AMR-3k.

W wyniku badań ustalono, że bardzo dobrym kryterium analogo-

wym liczby jednocześnie zajętych organów /albo jednocześnie wolnych organów/ jest długość pewnego odcinka czasu /np. czasu trwania impulsu/ proporcjonalna do liczby jednocześnie zajętych /albo wolnych/ w tym czasie organów połączeniowych.

Proponowaną koncepcję pomiaru zrealizowano, wykorzystując znaną zależność pozwalającą określić czas  $t_r$ , po którym napięcie na rozładowywanym poprzez rezystancję  $R_w$  kondensatorze  $C$  zmaleje od wartości "początkowej"  $U_p$  do wartości "końcowej"  $u_k$ . Jeśli zmniejszenie napięcia do wartości  $u_k$  będziemy umownie uważać za rozładowanie kondensatora, to czas "rozładowania" kondensatora  $t_r$  wyrazi się wzorem:

$$t_r = R_w C \ln \frac{U_p}{u_k}$$

Traktując  $R_w$  jako rezystancję zastępczą obwodu pomiarowego, w którym włączona jest pewna liczba  $n$  szeregowo połączonych oporników  $R$ , odpowiadająca liczbie jednocześnie zajętych organów połączeniowych, otrzymamy zależność:

$$t_r = n RC \ln \frac{U_p}{u_k}$$

Przyjmując, że wielkość  $R$ ,  $C$ ,  $U_p$  i  $u_k$  mają w konkretnym rozwiązaniu układowym narzucone stałe wartości - wartość iloczynu:  $RC \ln \frac{U_p}{u_k}$  w poprzednim wzorze oznaczmy przez  $k$  - wówczas:  $t_r = kn$ , co oznacza, że liczba jednocześnie zajętych organów połączeniowych daje się wyrazić długością odcinka czasu proporcjonalną do tej liczby. Cenną zaletą tej metody w porównaniu

na przykład z metodą woltomierza cyfrowego zastosowanego jako przetwornik AC jest liniowość omawianej zależności.

Dla określenia liczby jednocześnie zajętych organów połączeniowych wystarczy zatem mierzyć czas rozładowania kondensatorów C poprzez szeregowo połączone względem siebie rezystory pomiarowe w organach połączeniowych, a ściśle mówiąc zaliczać impulsy wytwarzane przez generator G o stałej częstotliwości, które zdołają przejść przez bramkę B w odcinku czasu równym czasowi rozładowania kondensatora C przez rezystancję wypadkową:  $R_w = nR$  /rys. 16/. Bramkę B steruje prosty układ elektroniczny, którego zadaniem jest ładowanie kondensatora C do wartości początkowej napięcia  $U_p$  oraz wskazanie momentu, w którym napięcie na kondensatorze osiąga wartość  $u_k$ .

Jak pokazano na rys. 16, dla praktycznego wykorzystania tej metody każdy organ połączeniowy musi być wyposażony w rezystor pomiarowy o jednakowej wartości R oraz zestyk rozwierny. Jeśli jednak przyjąć jako zasadę pomiar liczby organów jednocześnie wolnych zamiast organów zajętych, opisana metoda może być stosowana nawet wtedy, gdy w organach połączeniowych dysponuje się dla celów pomiaru wyłącznie zestykami zwiernymi /rys.17/. Jak wykazano - przyjęcie takiej zasady w niczym nie umniejsza możliwości pomiarowych, a wręcz przeciwnie - umożliwia dodatkowo sygnalizowanie w prosty sposób stanów, w których brak jest wolnych organów, tzw. natłok czasowy.

#### 5.4.5. Charakterystyka techniczna urządzeń serii prototypowej AMR-3k

W oparciu o opisaną metodę opracowano w IT PW automatycz-

ny miernik ruchu AMR-3k, którego krótką charakterystykę techniczną podajemy poniżej.

Automatyczny miernik ruchu AMR-3k jest urządzeniem przenośnym. Konstrukcja obudowy umożliwia również przymocowanie go do ramy stojaka w CA. Miernik AMR-3k odznacza się dużą pojemnością pomiarową, wynoszącą 25600 organów /128 wiązek x x.200 organów w wiązce/. Jest więc w zasadzie przeznaczony dla central telefonicznych o dużej pojemności.

Błąd pomiaru wykonanego na wzorcowym rezystorze pomiarowym symulującym wypadkową rezystancję rzeczywistych rezystorów pomiarowych nie przekracza 2% w całym zakresie pomiarowym. Czas cyklu pomiarowego jest regulowany w granicach od 7 do 4/15 minuty.

Podstawowym parametrem podlegającym obserwacji jest natężenie ruchu telefonicznego. Próbkki chwilowych wartości natężenia ruchu są pobierane w wyznaczonym cyklu. Wyrowadzenie wyniku pomiaru natężenia ruchu następuje:

- a/ bez redukcji wyników - z bezpośrednią rejestracją na dalekopisie lub dziurkarce albo
- b/ z redukcją wyników, polegającą na tym, że dla każdej wiązki pomiarowej wyrowadzaniu i rejestracji podlega średnia arytmetyczna wszystkich wyników pomiaru, wykonanych w okresie obserwacji równym 15 minut.

Poza pomiarem natężenia ruchu miernik AMR-3k ma możliwość analizy i sygnalizowania stanów zbliżania się do stanu natłoku, tj. przypadków, gdy w danej wiązce jest bardzo mało /lub wcale/ wolnych zespołów połączeniowych. W związku z tym przewidziane są 4 klasy natłoku /0 zespołów wolnych, 1 zespół wolny, 3 zespoły

wolne i 7 zespołów wolnych/ przyporządkowywane indywidualnie każdej z szesnastu ósemek punktów pomiarowych, na które jest podzielony 128-pozycyjny komutator miernika.

Wynik obserwacji natłoku jest wyprowadzany łącznie wynikiem pomiaru natężenia ruchu w postaci rejestracji:

- a/ faktu istnienia natłoku /lub zbliżania się do tego stanu, jeśli ustalona klasa jest 0/ w danym cyklu pomiarowym, jeżeli wyprowadzanie wyników następuje bez redukcji wyników,
- b/ sumarycznego czasu trwania natłoku w okresie 15 minut, gdy pracuje się z reduktorem wyników.

Poza tym miernik ma szereg różnych udogodnień eksploatacyjnych, takich jak:

- wykrywanie i automatyczna sygnalizacja pomiaru w centralach pomiarowych oraz sygnalizacja uszkodzenia miernika,
- automatyczne wyłączanie dalekopisu w przerwach pomiędzy kolejnymi seansami rejestracji,
- ręczne generowanie impulsów taktu, wyznaczających kolejne fazy pracy miernika, co podobnie jak wyposażenie tablicy manipulacyjnej miernika we wskaźnik stanu logicznego stanowi ułatwienie czynności kontrolno-konserwacyjnych.

Automatyczny miernik ruchu AMR-3k jest zbudowany w oparciu o krzemowe elementy logiczne hybrydowe grubowarstwowe elementy cyfrowe typu TTL oraz półprzewodnikowe pamięci typu MOS.

#### 5.4.6. Możliwość zastosowań elementów elektrochemicznych w urządzeniach do pomiarów ruchu

Jak wynika z obserwacji rozwoju teorii ruchu telefonicznego, coraz większego znaczenia nabiera potrzeba rejestracji innych jeszcze, poza średnim natężeniem ruchu, parametrów. Do takich parametrów należy natłok czasowy i zliczanie określonych zdarzeń ruchowych /np. liczby wywołań, liczby wywołań trafiających na natłok itp./. Rejestracja tych wielkości, zgodnie z obecnymi wymaganiami, powinna być również przeprowadzana w formie umożliwiającej dalszą maszynową obróbkę.

Równolegle do tych potrzeb nabiera znaczenia opracowanie uproszczonego miernika natężenia ruchu, do stosowania w centralach o średniej i małej pojemności, zapewniającego redukcję danych innymi środkami technicznymi niż jest to dokonywane w urządzeniu AMR-3k, przeznaczonym w zasadzie dla central o dużej pojemności.

Zagadnienie zliczania liczby zdarzeń środkami technicznymi techniki cyfrowej okazało się w trakcie badań dosyć kosztowne. Również realizacja pomiaru natłoku czasowego w sposób ciągły, bez utraty informacji jest kosztowna przy stosowaniu klasycznych rozwiązań techniki cyfrowej. W tej sytuacji w IT PW rozpoczęto poszukiwanie rozwiązania omawianych zagadnień na drodze zastosowania elementów elektrochemicznych. Kierunek tych poszukiwań jest całkowicie oryginalny, gdyż wspomniane elementy nie znalazły jeszcze żadnych zastosowań w tej dziedzinie, jak i zresztą w innych dziedzinach telekomunikacji.

Taki stan rzeczy wymagał przeprowadzenia szeregu badań e-



lementów elektrochemicznych, zarówno produkcji zagranicznej //Plessey/, jak i krajowych, z punktu widzenia możliwości i celowości ich zastosowania do rozwiązywania omawianych zagadnień. Prace w tym kierunku są jeszcze w toku, niemniej uzyskane dotychczas pozytywne wyniki wskazują na możliwości poprawnych i ekonomicznych rozwiązań odpowiednich urządzeń pomiarowych ruchu telefonicznego. Ponieważ integrator elektrochemiczny z odczytem dyskretnym jest jeszcze w kraju stosunkowo mało znanym elementem, celowe wydaje się krótkie omówienie zasady działania tego elementu, odsyłając zainteresowanego szczegółami czytelnika do literatury.

Integrator elektrochemiczny /zwany również: mikrokulometrem albo E-cell/<sup>x/</sup> jest elementem elektrochemicznym, który całkuje ładunek prądu elektrycznego, niezależnie od kierunku przepływu prądu, i utrzymuje w swojej pamięci wartość scałkowanego ładunku również po przerwaniu obwodu elektrycznego. Gdy wartość scałkowanego ładunku osiągnie zero, element ten zmienia stan, co umożliwia wytworzenie sygnału elektrycznego w momencie osiągnięcia stanu zerowego "wyzerowanego integratora". Zasada działania elementu wykorzystuje znane od z góry 100 lat prawo elektrolizy Faradaya.

Wykorzystanie efektu zmiany stanu elektrycznego integratora, gdy wartość ładunku osiąga 0 przypisuje się Feitlerowi /około roku 1964/. Pierwsze integratory elektrochemiczne wyprodukowano w latach sześćdziesiątych. Na rysunku 18 przedstawiono przekrój omawianego elementu i jego symbol schematowy.

---

<sup>x/</sup> ang. - skrót od electrochemical cell.

W podanym przykładzie rozwiązania konstrukcyjnego integratora element ten składa się ze srebrnej obudowy, która spełnia trzy funkcje: zapasu srebra i pojemnika na elektrolit oraz elektrody. Nazywany on jest elektrodą bierną. Pojemnik jest wypełniony elektrolitem, który jest nośnikiem jonów między elektrodami, w środku znajduje się elektroda czynna, która wykonana jest ze złota. Wykonywanie elektrod ze złota i srebra nie jest oczywiście nieodzownym warunkiem. Elektrody te mogą być wykonane np. z kadmu i niklu, jak to proponuje Instytut Chemii Ogólnej i Technologii Chemicznej Politechniki Warszawskiej. Zamieszczony tu opis elementu należy traktować przykładowo.

Jeden atom srebra jest dostarczany do złotej elektrody lub odbierany od niej w zamian za każdy elektron dopływający do integratora elektrochemicznego. Przy przepływie prądu w jednym kierunku srebro gromadzi się na złotej elektrodzie, opuszczając srebrną obudowę, a gdy polaryzacja ulegnie zmianie, srebro jest usuwane ze złotej elektrody i osadza się na srebrnej elektrodzie /obudowie/. Gdy ładunek osiąga wartość zerową, całe srebro jest usunięte ze złotej czynnej elektrody, nie ma dalszego przepływu jonów i integrator elektrochemiczny powoduje otwarcie obwodu elektrycznego.

Na rysunku 19 przedstawiono przybliżony schemat zastępczy integratora elektrochemicznego. Wyłącznik S zamknięty jest dla wszystkich ładunków elektrycznych większych od zera. W stanie zerowym zachodzi przemiana obwodu, która reprezentowana jest przez otwarcie wyłącznika S. Właściwości elektryczne są wtedy głównie reprezentowane przez kondensator połączony równolegle z diodą Zenera /1,2 V/.

Na rysunku 20 przedstawiono typową charakterystykę napięciowo-czasową. Spadek napięcia na integratorze elektrochemicznym w obszarze pracy jest bardzo mały i wzrasta praktycznie do około 1,2 V, gdy ze złotej elektrody w drodze elektrolizy zostanie zdjęte srebro.

Opisane właściwości elektryczne integratora elektrochemicznego umożliwiają proces "zapisu" całkowanego ładunku w obwodzie prądu elektrycznego /rys. 21/, a następnie na drodze odwrócenia polaryzacji obwodu i dołączenia do integratora "detektora stanu zerowego" /tranzystorowego układu progowego/ - "odczytania" wartości ładunku zarejestrowanego w procesie zapisu /rys. 22/. Odczytu tego można dokonać np. metodą pomiaru czasu /przy stałej wartości prądu w procesie odczytu/  $i = \text{const}$ ,  $t$  - zależne od wartości zapisanego ładunku, skalując odpowiednio generator G.

Prowadzone w IT PW badania wykazały, że zastosowanie integratorów elektrochemicznych w technice pomiarów ruchu telefonicznego pozwala osiągnąć szereg korzyści, polegających na możliwości zwiększenia zakresu pomiarów i to zarówno jeśli chodzi o liczbę obserwowanych parametrów, jak i zwiększenie okresu obserwacji, praktycznie bez wzrostu kosztów wykonywania tych pomiarów.

Zastosowanie integratorów w tej dziedzinie umożliwia opracowanie w opłacalny sposób uproszczonego miernika natężenia i natłoku ruchu dla central Pentaconta średniej i małej pojemności z wizualnym odczytem wyników /na licznikach elektromechanicznych/, a równocześnie z możliwością rejestracji wyników w formie nadającej się do obróbki maszynowej i ewentualnego przesy-

łania do odległego centrum pomiarowego. Istnieje przy tym możliwość redukcji gromadzonych danych wprost na drodze wykorzystania właściwości integrujących elementów elektrochemicznych. Należy przypuszczać, że stosowanie tych elementów umożliwiłoby również:

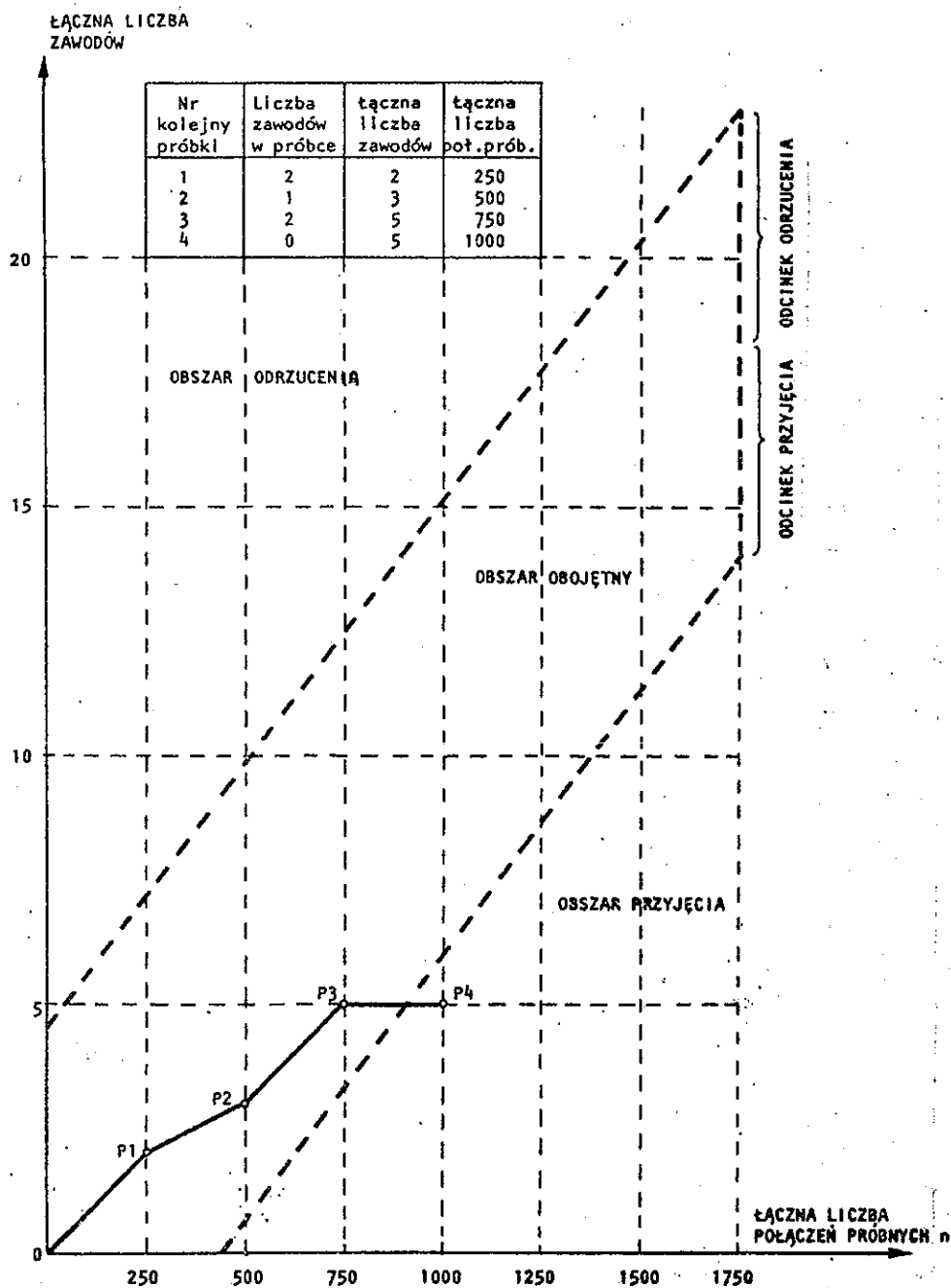
- skonstruowanie, przy stosunkowo nieznacznych kosztach, tzw. "wieloparametrowego miernika ruchu" umożliwiającego jednoczesny pomiar na wielu /np. kilkudziesięciu/ wiązkach kilku wielkości charakteryzujących ruch telefoniczny. A więc nie tylko, jak dotychczas, pomiar wartości średniej natężenia ruchu i natłoku, ale również liczby określonych zdarzeń ruchowych /np. straconych połączeń przyjętych do obsługi itp., za wybrany okres obserwacji /np. 15 min, 1 godz./, z jednoczesną możliwością redukcji rejestrowanych wyników w celu dalszej ich obróbki za pomocą ETO. Doświadczalne prace w tym kierunku zostały już w IT PW podjęte, a ich wyniki są bardzo obiecujące. Urządzenie takie znalazłoby zastosowanie przede wszystkim w centralach międzymiastowych i międzynarodowych;
- skonstruowanie, przy stosunkowo niskich kosztach, urządzenia dla potrzeb prognozowania rozwoju ruchu w oparciu o długoterminowe obserwacje wielkości charakteryzujących ruch telefoniczny w celu uwzględnienia zjawiska wahań ruchu telefonicznego. Urządzenie to umożliwia uzyskiwanie rozkładów rocznych prawdopodobieństwa /funkcji gęstości/ na podstawie zebranych informacji o częstości występowania poszczególnych wartości wielkości /zmiennych losowych/ charakteryzujących ruch telefoniczny. Urządzenie umożliwia obróbkę wyników za pomocą ETO

i powinno w przyszłości poważnie przyczynić się do prawidłowego inwestowania w rozbudowę krajowej sieci telefonicznej, jak również rozbudowę relacji międzynarodowych. W wyniku całorocznych pomiarów można by uzyskać empiryczne rozkłady parametrów ruchu, przykładowo pokazane na rys. 23. Urządzenie takie byłoby przeznaczone do studiów ruchu.

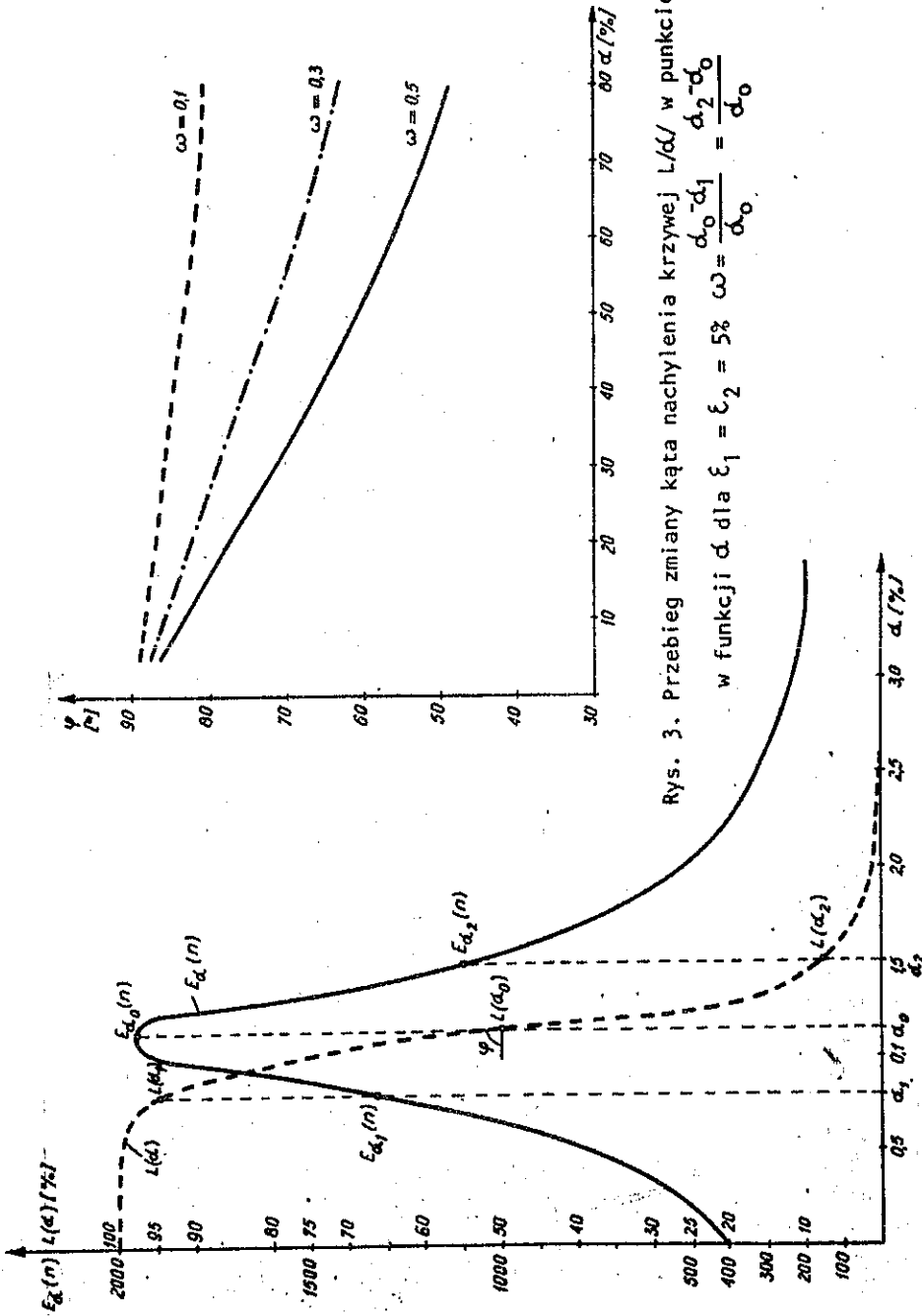
### WYKAZ LITERATURY

1. Andersson H. S.: Qualitative maintenance of automatic telephone networks. Ericsson Rev. 1956 nr 2, s. 34-45.
2. Electronique Marcel Dassault Laboratoires et Usine "Presentation du Systeme AMALRIC". St-Cloude, Octobre 1972.
3. Hansson K. G.: The traffic route tester - a new tool for service observation at automatic telephone exchanges. Ericsson Rev. 1958 nr 1, s. 2-12.
4. Lind G.: Statistical supervision of telephone plant. Ericsson Tech. 1958 nr 2.
5. Lindstrom D., Strömberg E.: Automatic supervision of telephone exchanges and routes. Tele 1970 nr 2, s. 87-99.
6. Marciniak M., Kobyłańska C.: Ustalenie metodyki pomiarów ruchu w sieciach miejscowych i międzymiastowych dla obecnego stanu techniki komutacyjnej. Warszawa: IŁ 1972.
7. Stankiewicz A.: Automatyczny próbnik dróg połączeniowych APD-5. Warszawa: IŁ 1966. Instrukcja Techniczna Nr TS-157.

8. Stankiewicz A., Szczepański J., Kaczyński T., Perkowski W.: Ustalenie metody i analiza przewidywanej skuteczności badań wykonywanych przy pomocy APDM w sieci wielocentra-  
lowej. Warszawa: IŁ 1970.
9. Wattvil A.: Equipments for test traffic in multi-exchange  
networks. Ericsson Rev. 1970 nr 4, s. 137-148.
10. Walaszek G.: Strategia utrzymania central telefonicznych.  
Probl. Łączn. 1970 nr 53.
11. Zilko M.D.: Service assessment facilities. Telecomm. J.  
Australia 1968 nr 6.
12. Elldin A.: Dimensioning for the dynamic propertiers of tele-  
phone traffic. Ericsson Tech. 1967 nr 3, s. 315-344.



Rys. 1. Przykład podejmowania decyzji za pomocą ilorazowego testu sekwencyjnego

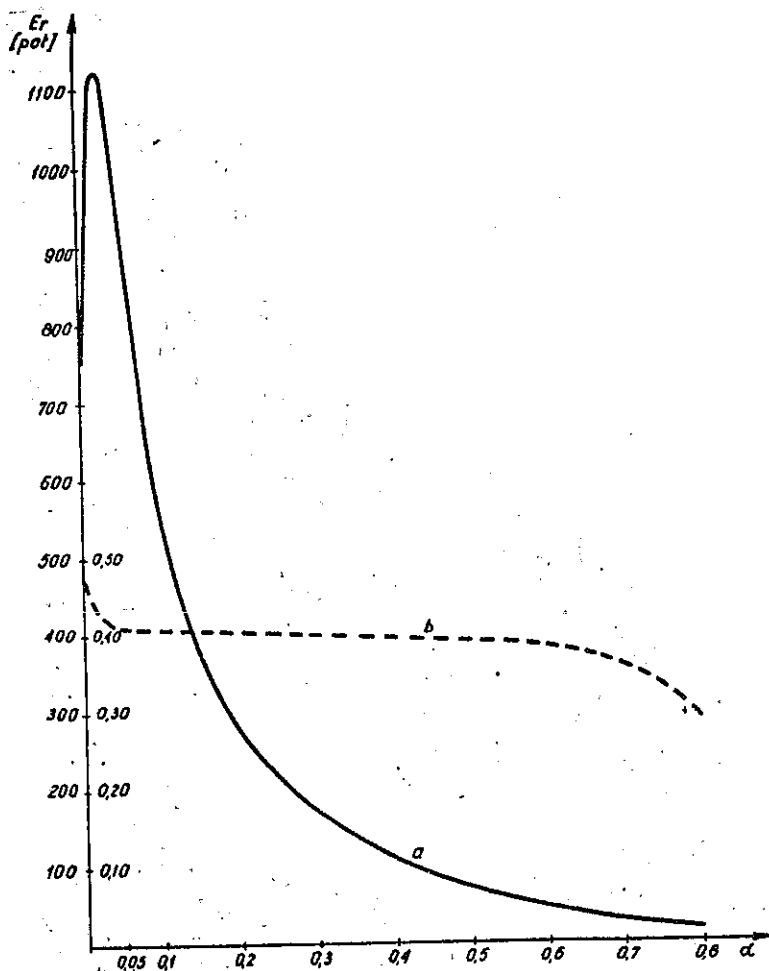


Rys. 3. Przebieg zmiany kąta nachylenia krzywej  $L/d$  w punkcie  $L/d_0$ .

$$\text{w funkcji } \alpha \text{ dla } \xi_1 = \xi_2 = 5\% \quad \omega = \frac{d_0 \cdot d_1}{d_2 \cdot d_0} = \frac{d_1}{d_0}$$

Rys. 2. Wykres funkcji  $L/d$  i  $E_d/n$  dla  $\alpha_1 = 0.8\%$ ,  $\alpha_2 = 1.5\%$ ,  
 $\epsilon_1 = \epsilon_2 = 5\%$

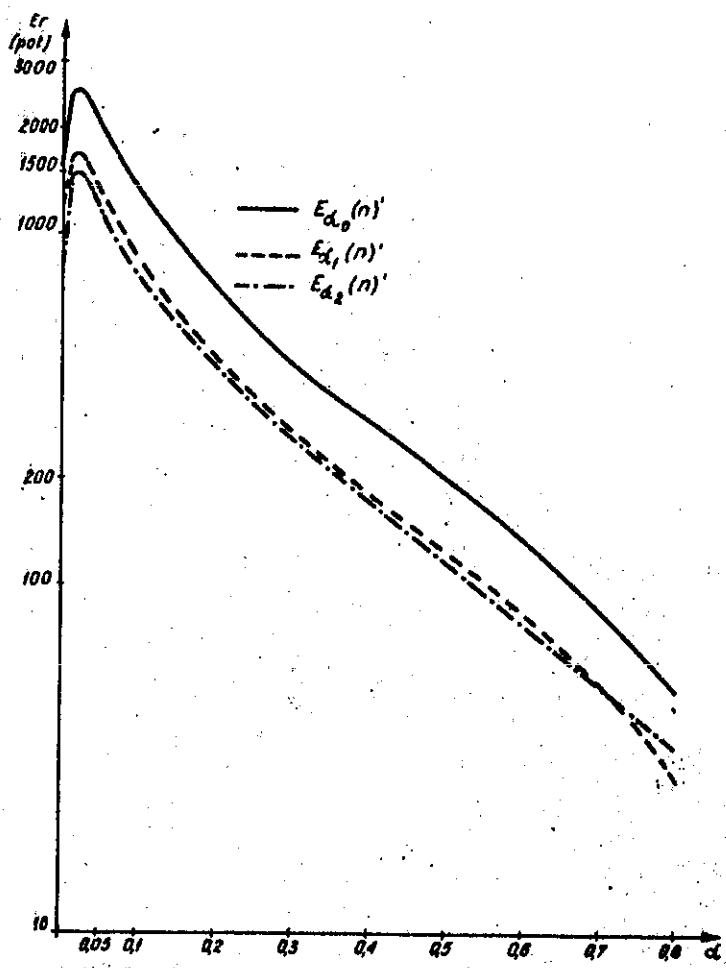




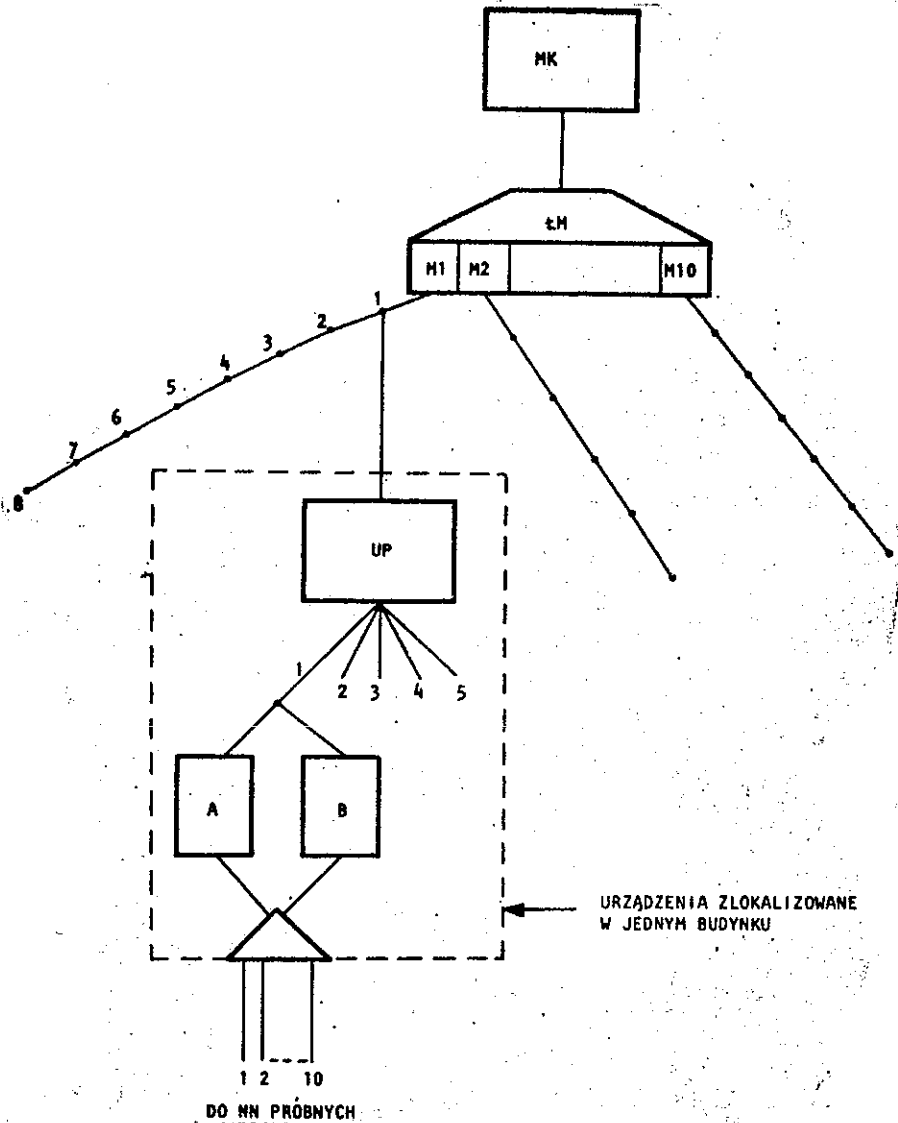
Rys. 4. Wykres zależności

a)  $E_r = E_{\alpha_0}/n - E_{\alpha_2}/n = f_1/\alpha_0$

b)  $e_p = \frac{E_r}{E_{\alpha_0}/n} = f_2/\alpha_0$

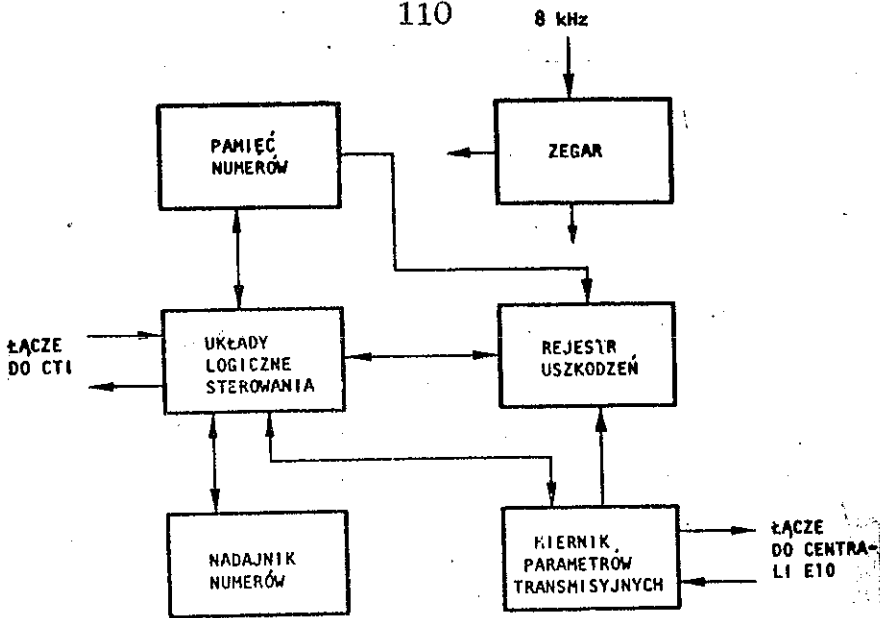


Rys. 5. Oczekiwana liczba połączeń próbnych  $E_{\alpha_0}/n$ ,  $E_{\alpha_1}/n$  oraz  $E_{\alpha_2}/n$  w funkcji zmian wartości oczekiwanej liczby zawodów

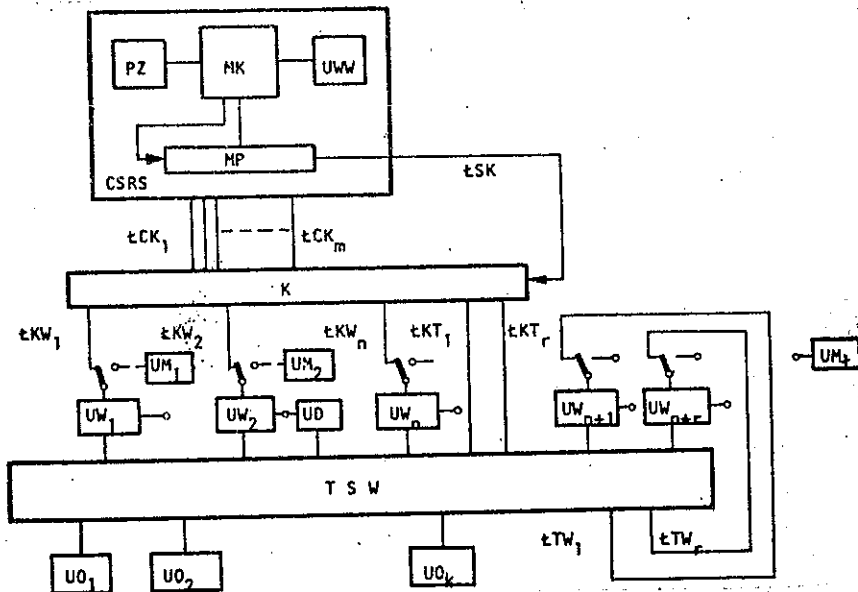


Rys. 6. Organizacja systemu AMALRIC

MK - minikomputer, tM - łącznik modemów transmisji danych, M - modem transmisji danych, UP - urządzenie pośredniczące, A - wyposażenie automatycznego abonenta A, B - wyposażenie automatycznego abonenta B, tP - łącznik numerów próbnych

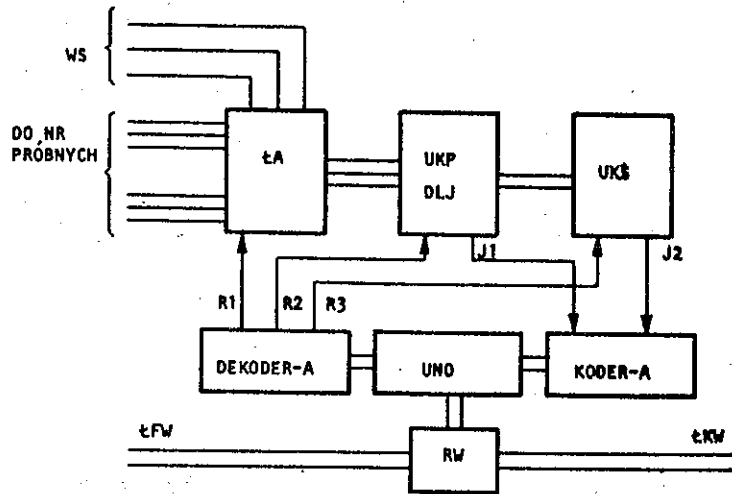


Rys. 7. Schemat blokowy hypsometru wyjściowego



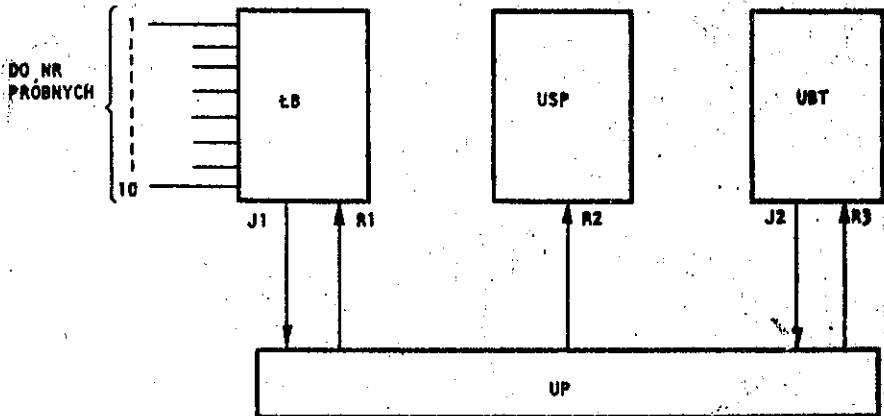
Rys. 8. Schemat blokowy systemu SAP

K - komutator, UO - urządzenie odzewowe, UD - urządzenie dotychczasowe, UM - urządzenie manipulacyjne, MK - minikomputer, UW - urządzenie wejścia/wyjścia, MP - multiplexer, CSR - centrum sterowania i rejestracji, ŁSK - łącze sterowania komutatora, ŁCK - łącze CSR - komutator, ŁKW - łącze komutator - UW, ŁKT - łącze komutator - TSW, ŁTW - łącze TSW - UW, TSW - telefoniczna sieć wewnątrzzastrefowa /obiekt nadzorowany/



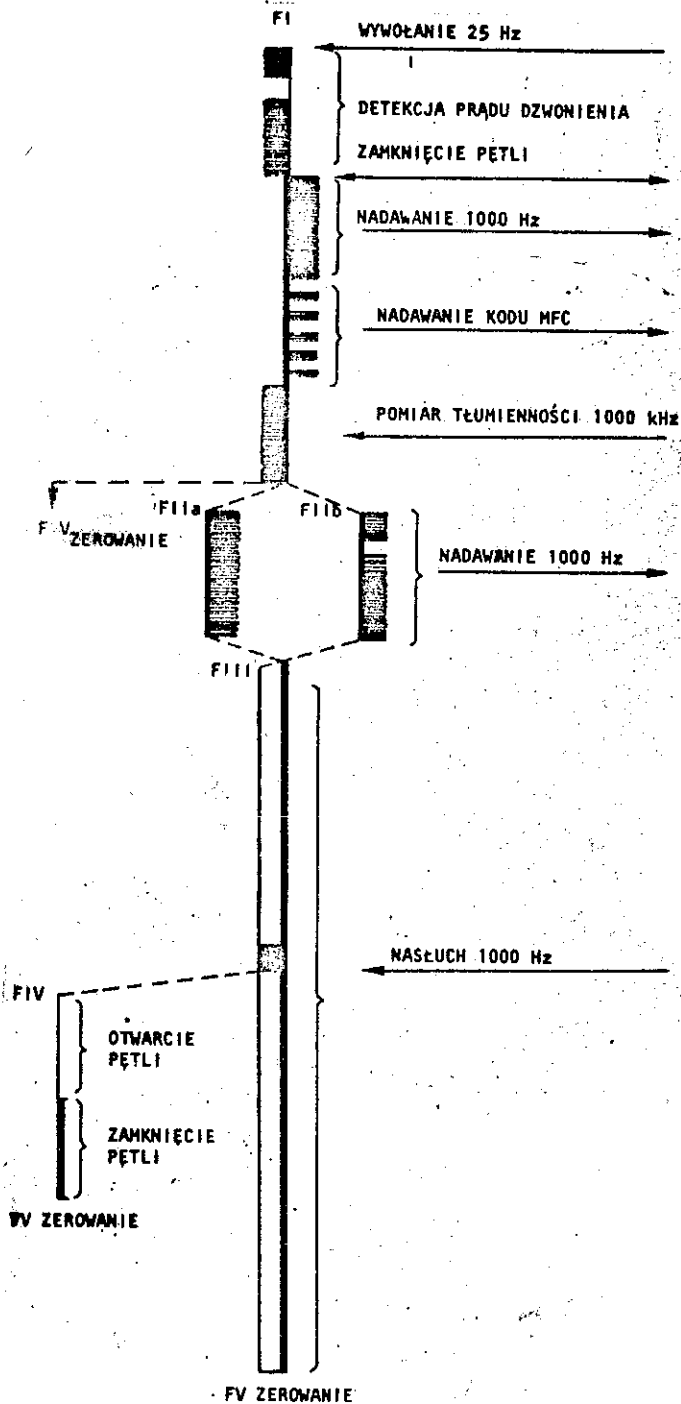
Rys. 9. Schemat blokowy urządzenia UW systemu SAP

tA - łącznik numerów próbnych, UKP - układ kontroli pętli, DIL - dekodery impulsów licznikowych, UKS - układ kontroli sygnałów akustycznych, UNO - układ nadawczo-odbiorczy kodu wieloczęstotliwościowego, RW - rozdzielnik wywołań, tKW - łącze korespondencyjne K-UW, tTW - - łącze korespondencyjne TSW-UW, WS - wyjście specjalne

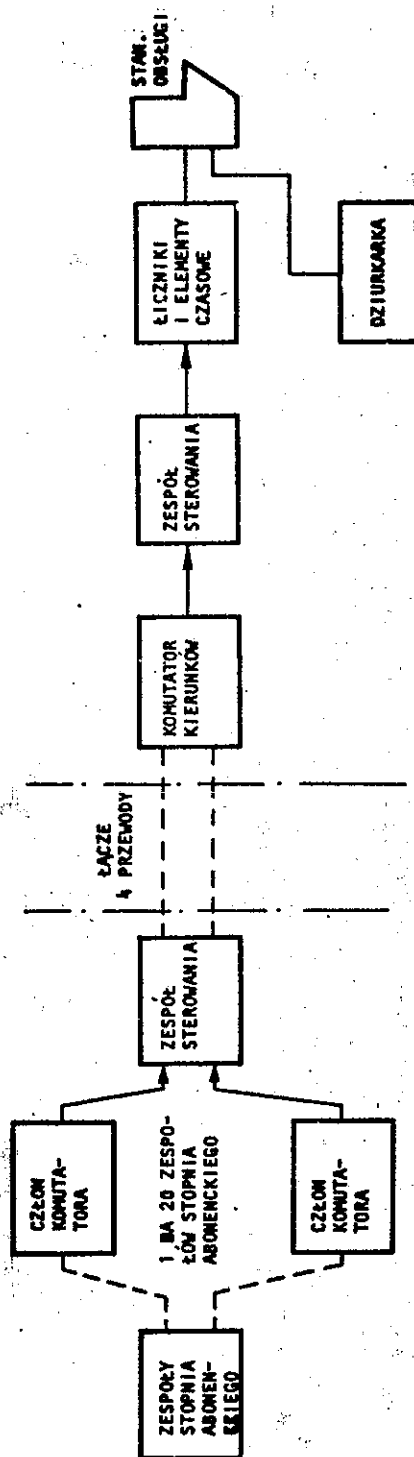


Rys. 10. Schemat blokowy urządzenia UO systemu SAP

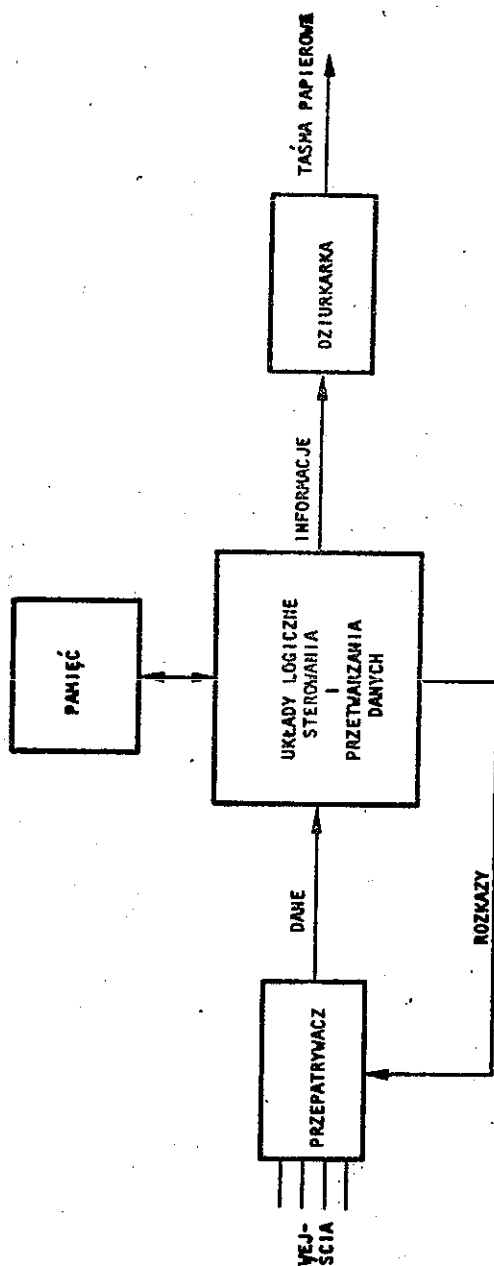
tB - łącznik numerów próbnych, USP - układ sterowania pętlą, UBT - układ badania transmisji, UP - układ programujący



Rys. 11. Program pracy urządzenia odzewowego systemu SAP

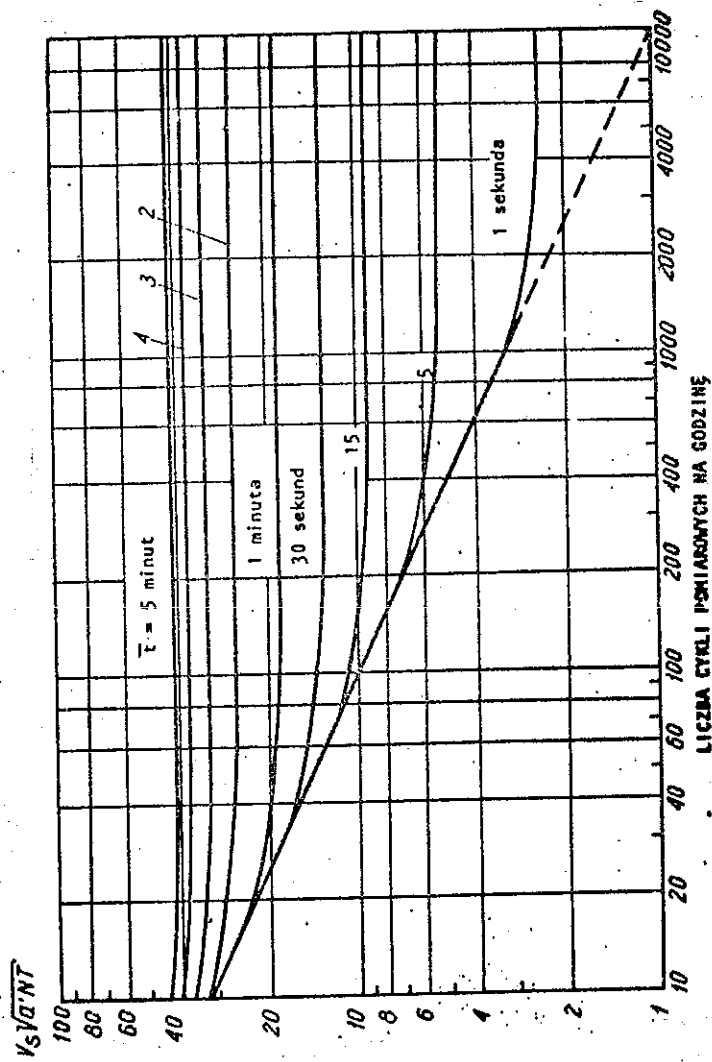


Rys. 12. Zestaw do nadzoru ruchu w automatycznej sieci miejscowej

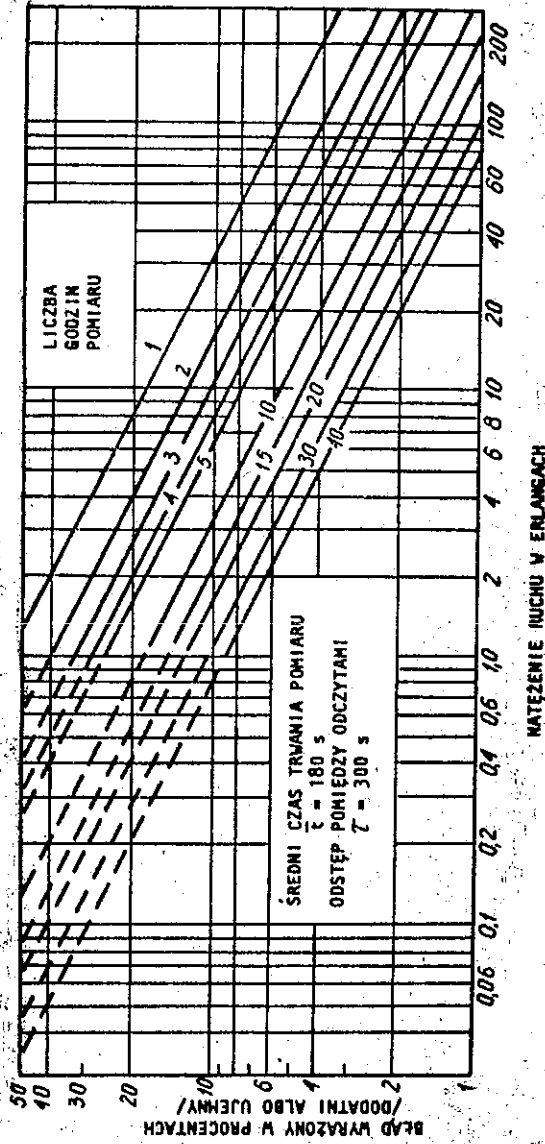


Rys. 13. Schemat blokowy analizatora ruchu telefonicznego ATTILA

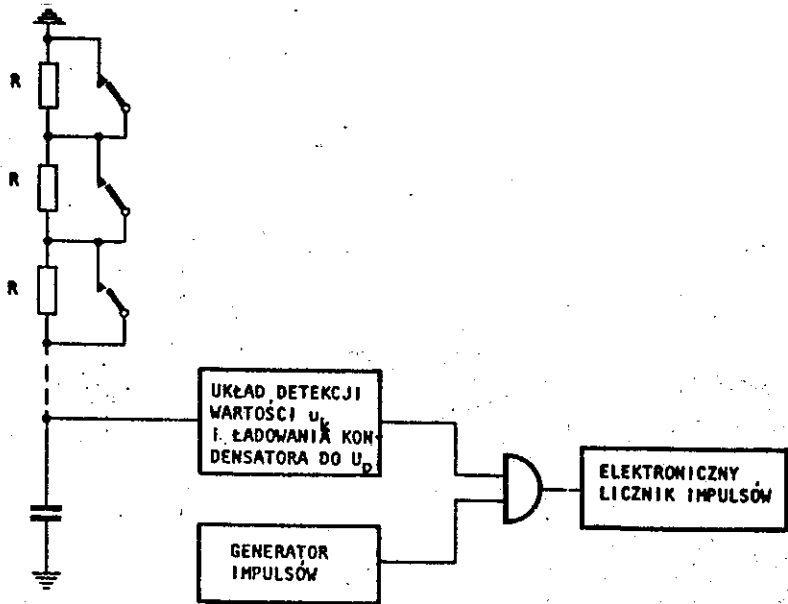




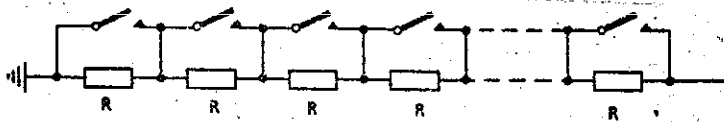
Rys. 14. Wykres ilustrujący wpływ liczby cykli pomiarowych na błąd próbkowania  $V_s/V_a$  dla różnych wartości średniego czasu trwania połączenia  $\bar{t}/a$  - średnia wartość natężenia ruchu, NT - okres obserwacji/



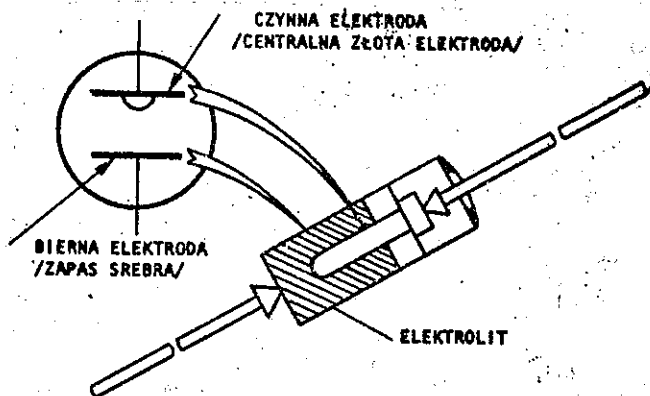
Rys. 15. Granice, w których zawiera się błąd oszacowania rzeczywistej wartości natężenia ruchu z uwzględnieniem 90% poziomu ufności



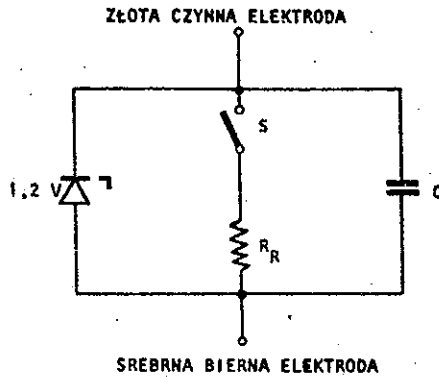
Rys. 16. Zasada pomiaru natężenia ruchu metodą rozładowania kondensatora



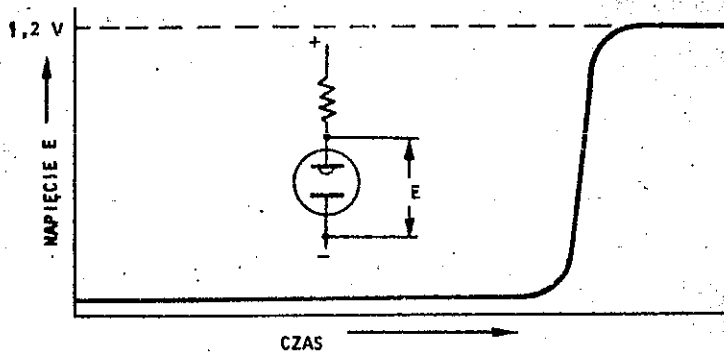
Rys. 17. Obwód pomiarowy zastępujący obwód z rys. 16 przy obserwacji organów wolnych



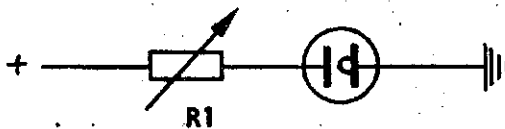
Rys. 18. Przekrój Integratora elektrochemicznego



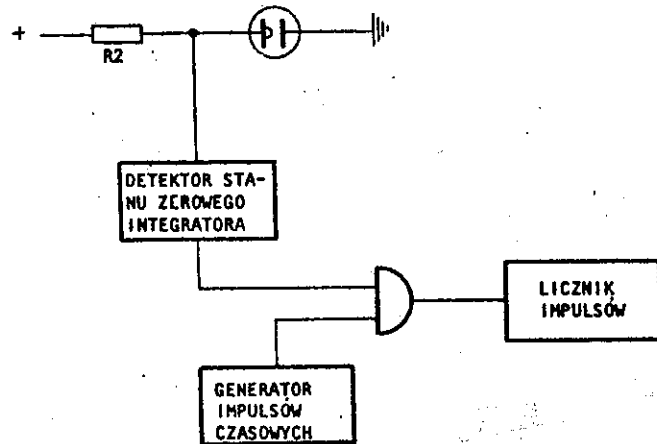
Rys. 19. Elektryczny schemat zastępczy integratora elektrochemicznego



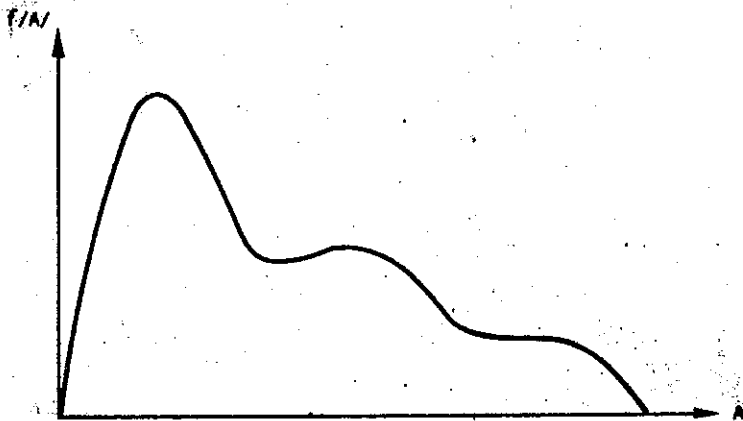
Rys. 20. Charakterystyka napięciowo-czasowa integratora elektrochemicznego



Rys. 21. Zasada całkowania /zapisu/ ładunku za pomocą integratora elektrochemicznego



Rys. 22. Zasada odczytu wartości sfałkowanego ładunku w okresie obserwacji



Rys. 23. Przykładowy rozkład empiryczny gęstości natężenia ruchu . za roczny okres obserwacji

